行政院農業委員會
農業試驗所特刊117號

園產品採後處理技術之研究與應用研討會專刊

Proceedings of A Symposium on Research and Application of Postharvest Technology of Horticultural Crops

TARI LIB.
C005865

黃肇家 黃錦杰 歐錫坤 林俊義 主編

行政院農業委員會農業試驗所 編印
中華民國九十四年十二月

432.9707
8535

15018

農業委員會農業試驗所特刊第 117 號

園產品採後處理技術之研究與應用研討會專刊

研討會舉辦時間：中華民國九十三年十月一日

研討會舉辦地點：行政院農業委員會農業試驗所 台中

黃肇家 黃錦杰 歐錫坤 林俊義 主編

行政院農業委員會農業試驗所圖書館
005865

行 政 院 農 業 委 員 會
行政院農業委員會農糧署 指導

行政院農業委員會農業試驗所 主辦

行政院農業委員會農業試驗所 編印
中華民國九十四年十二月

Agricultural Research Institute Publication No.117

Proceedings of A Symposium on Research and Application of Postharvest Technology of Horticultural Crops

Held at Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, Republic of China.
October 1, 2004

Edited by
Chao-Chia Huang, Chin-Chieh Huang, Shyi-Kuan Ou, Chin-Yih Lin

Sponsors
Council of Agriculture, Executive Yuan
Agriculture and Food Agency, Council of Agriculture
Organizer
Agricultural Research Institute, Council of Agriculture

Published by
Agricultural Research Institute, Council of Agriculture
December, 2005

農業委員會農糧署黃署長 有才致詞

林所長、劉富文教授、各位來賓、各位專家、各位女士、各位先生：

大家好，今天很高興有機會能在農試所舉辦的「園產品採後處理技術之研究與應用研討會」和大家見面，上一次有關園產品採後處理的研討會大約是在 8、9 年前，也是在農試所舉辦，這麼多年來，各位學者專家一定累積很多很好的成果，可以在這裏發表。園產品採後處理在產業上是極爲重要的一環，其基本目標是減少園產品採收後之腐損以及維持良好的品質。由於園產品含水多，容易劣變，因此在先進的國家，採收後腐損率也會高到 15 甚至 25%，在比較落後的地區，腐損率會高到 30 甚至 45%。台灣雖然沒有正式的統計，大部分的園產品腐損率已經不是很高，可算是在先進國家之行列。同時台灣大部分園產品採收後的品質也都維持得很好。這些都是因爲台灣有順暢的運銷作業以及良好的採後處理技術所造成，也是各位研究人員以及產業界實際從事的人員努力的結果。

就採收後處理的觀點來說，台灣園產品的運銷大致上可分爲傳統方式運銷和現代化的低溫運銷兩個系統。傳統運銷以快速著眼，台灣大部分地區生產的園產品都能在一天內送到傳統的消費市場。雖然運銷時間很短，但是在台灣高溫下，許多種類的園產品還是會敗壞，像許多種葉菜類以及一些水果例如草莓等，仍然需要有良好的保鮮處理。低溫運銷則着重於預冷、低溫運輸、消費者包裝等，以前主要供應超市、量販店，現在擴充直接供應學校、機關團體等，成爲現代重要的運銷型態。不論傳統運銷或是低溫運銷，兩者都需要有很多的保鮮處理和貯運技術來支持，這是台灣園產品採收後腐損率低，品質能維持良好的重要原因。

拓展外銷是園產品採後處理進一步的目標，台灣的農民對園藝作物之生產能力很強，而台灣本身人口不多，消費不高，因此容易生產過剩，拓展外銷是產業發展的重要策略，這幾年政府在加強外銷上作了許多的努力。園產品要拓展外銷，採後處理貯運就是關鍵性的重點，從台灣近年來外銷之園產品種類來看，現在許多外銷順暢的水果、蔬菜、花卉種類，例如最近出口量大增的芒果、結球萵苣、以及許多種切花，每一項都用到很多的處理技術，可以說良好的保鮮技術是成功外銷的條件。反過來說，台灣還有許多的園藝作物種類，現在仍然無法順利出口，例如蓮霧、番荔枝，沒有適當的保鮮方法常是重要的原因。台灣有很多特殊的作物，生產力特別強，是世界上獨特的產品，具有外銷的競爭優勢，但也因爲在世界上獨一無二，其採後處理技術也就無法從其他國家得到參考資料，必須在台灣自行研發，這給各位研究人員增加許多困難度，也給大家增加很大的發展空間。

談到外銷，植物防疫及檢疫也是重點，進口國家對進口產品的病蟲害狀況

以及農藥殘留的注意力會越來越高。台灣有許多種水果的外銷因爲需要檢疫殺蟲處理，增加出口的困難度，例如荔枝、芒果，出口日本需要蒸熱處理，以及荔枝、楊桃出口美國需要低溫處理，使保鮮變得更爲困難。這方面台灣現在增加很多人力及經費加強研究，也有許多成果出來。農藥殘留問題不僅在外銷極爲重要，內銷也同樣受到重視，這是一個進步的現象，也是必然的趨勢。

從今天研討會報告項目之多，表示這幾年來，園產品採後處理研究人員及業界努力的成就極爲豐碩，我們要感謝這些研究人員的努力，尤其台灣大學的劉富文教授，他在十幾年前從美國康乃爾大學退休後，回來台灣還帶領研究十幾年，貢獻很大。在他帶領下，台灣採後處理的研究蓬勃發展，將來接下來的研究人員必定會持續發展下去。

這次研討會議題包括了所有採後處理的重要項目，也包括了防疫檢疫之最新資訊，爲的是使大家對於外銷能更加瞭解，對採後處理研究及應用的進展有更多的認識，給研究人員及產業界人士提供一個互相研討的機會，請大家多把握，感謝大家近年來的努力以及熱忱的參與，最後預祝研討會順利成功，大家身體健康，萬事如意，謝謝大家。

農業委員會農業試驗所林所長 俊義致歡迎詞

黃署長、各位貴賓、各位學者、各位專家，各位女士、各位先生：

大家好，今天在本所召開「園產品採後處理技術之研究與應用」研討會，承蒙大家熱烈的參與，本人在此謹代表農試所全體員工表達由衷的歡迎。尤其承蒙黃署長親自蒞臨，主持開幕，以及各位學者、專家前來協助、發表報告，增添大會的光彩，本人在此致上萬分的謝意。

記得上次採收後處理研討會是在民國 84 年在本所召開，距離這次研討會有將近 10 年的時間，這 10 年來園產品採後處理在研究上及應用上都有很多的成果，今天藉著這個研討會，請我們國內多位學者專家發表他們的成果給大家參考，也藉著這個機會，請各位來賓，以產業的立場提出問題，相互研討。

這個會議本來預定在本所園藝大樓之國際會議廳舉行，那裏可以容納 170 人。後來因爲報名的人數超過 350 人，主辦人員不忍心把大約一半的人回絕，因此換到這個大禮堂，這裏的椅子沒有國際會議廳的舒適，也沒有桌子，比較不方便，但是爲了要讓多一些想來的人能夠參加，因此委屈了大家，敬請見諒。

這次研討會有這麼多人參加，顯示大家對園產品採後處理很有興趣。園產品採後處理在台灣是越來越重要，署長剛剛也提到，因爲台灣園藝作物在品種及栽培方面都很強，在種植及生產上已沒有太大的問題，因此要著重發展外銷，外銷走得出去不僅使生產能力可以發揮，也可以減少台灣加入 WTO 對台灣農業產業的壓力。要發展外銷，採後處理就很重要。這幾年台灣有許多種水果、蔬菜以及花卉出口量大量提高，採後處理技術之研發與應用影響很大。因此外銷處理貯運技術是這次研討會一個重要的主題，這個主題還包括外銷有關的檢疫規定，以及農藥殘留問題，這些檢疫資料對研究採後處理的人員以及出口業者都有很大的幫助。

貯藏及預冷是這次研討會的另外兩個主題，台灣因爲幅員狹小，任何農產品供應缺乏或生產過剩都會造成價格的大變動，貯藏技術的提升可以提高調節供需的能力，穩定價格，在台灣農產運銷上影響很大。預冷及低溫運銷是使台灣近年園產品運銷品質提升的關鍵技術，超市、量販店等現代化低溫物流很需要這方面的技術，這方面台灣不僅有許多研究成果，也有許多技術及研發的設備都已商業化應用。

除了上面談到的三個主題外，今天仍然有許多先驅性的研究以及技術開發的成果，由於資料太多，無法在今天一天內全部報告，因此採用壁報論文的方式展示，這些展示和一般海報不同，是屬於論文式壁報，將來出專刊時，內容也和一

般論文一樣，因此雖然今天時間很緊湊，壁報的部分還是要請大家抽空前往研究。

本次研討會承蒙各位專家貢獻智慧以及各位來賓熱烈的參與，希望大家在辛苦的一天能夠獲得對自己有幫助的資訊，也請各位提出建言，和講者、作者互相研討，激發進一步的構想。在研討會期間如有服務不週的地方，敬請原諒，並請告訴我們的服務人員，我們會誠心的改進。

最後敬祝黃署長、各位貴賓、各位先進，身體健康、萬事如意!

致　謝

本專刊因經費有限，專刊內之報告皆無提供稿酬，謹在此向各位作者致上最深之謝意。

本專刊之作者(以各篇報告之第一作者爲代表，依姓氏筆畫排列)

王自存副教授、王怡玎助理研究員、王憶鎧副研究員、王裕權助理研究員、李允中副教授、李堂察教授、李建勳助理研究員、林瑞松教授、林棟梁副研究員、林慧玲副教授、唐佳惠助理研究員、張粲如研究員、連程翔助理教授、郭純德副教授、陳如茵研究員、陳弘毅課長、陳彥睿助理研究員、黃玉瓊科長、黃肇家副研究員、葉瑩副局長、劉富文教授、謝慶昌副教授。

目 錄

署長致詞 I
所長致歡迎詞 III
致　　謝 V

一、果樹

外銷椪柑、桶柑與柳橙之採收、檢疫處理與貯、運、銷技術方略...... 劉富文 1
芒果外銷之採後處理及作業流程 .... 謝慶昌、薛淑滿 14
番石榴果實之貯運技術 .... 林慧玲、黃瑞華、王自存 21
採收成熟度、貯藏溫度及一氧化碳對'台農 17 號'鳳梨果實貯藏壽命之影響 .... 唐佳惠、林芳存、呂明雄、李堂察 42
外銷番木瓜處理作業及技術改進 .... 謝慶昌、薛淑滿 53
柿果脫澀機制及採後保鮮技術改進 ..... 謝慶昌、阮雅蘭、石茂盈、薛淑滿 59
貯藏溫度對採收後'新雪'梨果皮黑變及果肉品質之影響 .... 郭純德、尤進欽、張致盛 65
1-MCP及貯藏溫度對鳳梨釋迦後熟生理之影響 .... 李建勳、楊正山、柯立祥 79

二、蔬菜

綠竹筍採收後處理與貯運技術改進 .... 張粲如 91
食用蒜球熱藏技術 .... 王怡玎、劉富文、留明秀、陳鐵道 101
葉菜類短期氣調貯藏技術之研發與應用 .... 黃肇家、蔡金玉、黃慧穗、陳祈然、蔡宇奇、劉富文 109
截切蔬菜之處理技術及產業之應用 .... 王憶鎧 120

三、花卉

蝴蝶蘭苗株之處理技術 .... 林瑞松、林忠逸 131
洋桔梗切花採後生理與處理 .... 李堂察、蔡智賢、呂明雄 149
近年來研究銷日唐菖蒲切花採收後處理之重點項目 .... 連程翔 156
化學藥劑預措對玫瑰切花低溫乾藏後老化生理之影響 ..... 林瑞松、郭玫秀 169
立即吸水與漂白水預措處理對玫瑰切花開放及垂頸之影響........ 陳彥睿 180
火鶴花海運外銷處理技術之應用 .... 王裕權、林棟樑、王仕賢、張元聰、張錦興 184
1-MCP 與'農試文保一號'之處理方法以及對外銷文心蘭切花保鮮之效果 .... 黃肇家、黃慧穗、蔡金玉 191

四、檢疫及農藥安全

我國蔬果主要外銷市場檢疫規定 .... 葉瑩、陳子偉 199
台灣蔬果外銷農藥殘留問題 .... 黃玉瓊 205
低壓燻蒸在外銷花卉之應用 .... 陳弘毅、賴淑芬 210

五、綜合類

台灣園產品預冷的研究與推廣 .... 李允中、林棟樑 221
真空預冷技術在台灣的發展現況 .... 林棟樑、李允中 228
短波紫外線(UV-C)照射處理技術在園產品保鮮之應用
.... 王自存、梁穎芝、梁淑惠、鄧國同、黃錦杰 233
建立蔬果低溫貯運資訊 .... 陳如茵、蔡美珠、錢明賽 242

六、綜合討論 247

CONTENTS

Sponsor Address I
ARI Director Address III
Acknowledgment V

Section 1. Fruit Crops

Technologies and Strategies for Harvesting, Quarantine Treatment, Storage, Transportation, and Marketing of 'Ponkan' Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco), Tankan (*C. tanka*n Hayata), and 'Liucheng' Orange (*C. sinensi*s Osbeck) Targeted for Export .... F. W. Liu 1
Postharvest Operations of Mango Fruits for Exporting in Taiwan
.... C. C. Shiesh and S.M. Hsueh 14
Postharvest Technology of Guava *(Psidium guajava* L.) Fruits
....H. L. Lin, R. H. Huang, T. T. Wang 21
Effects of Picking Maturity, Storage Temperature and Carbon Monoxide on the Storage Life of 'TN 17' Pineapple Fruits
......................................C. H. Tang, F. T. Lin, M. H. Lu and T. C. Lee 42
Postharvest Technology of Papaya (*Carica papaya*) for Exporting
.... C. C. Shiesh and S. M. Hsueh 53
Deastringency Mechanism and Improvement on Storage Technology of Persimmon (*Diospyros kaki* L.) Fruits
..........................C. C. Shiesh, Y. L. Ruan, M. Y. Shi andS. M. Hsueh 59
Effect of Storage Temperature on Skin Blackening and Flesh Quality in Harvested Fruit of Japanese Pear 'Shinsetsu' (*Pyrus pyrifolia* Nak.var. Shinsetsu) .... C. T. Kuo, J. C. Yiu and C. S. Chang 65
Effects of 1-MCP and Storage Temperature on Postharvest Physiology of Atemoya fruits (*Annona cherimola* Mill. X A. *squamosa* L.)
....C. S. Lee , C. S. Yang and L. S. Ke 79

Section 2. Vegetables

Studies on Postharvest Technique and Marketing of Bamboo Shoot (*Bambusa oldhami* Munro)..T. R. Chang 91
High-temperature Storage of Garlic Bulbs (*Allium sativum* L.)
.... Y. T. Wang, F. W. Liu, M. X. Liu, and T. T. Chen 101
Controlled Atmosphere Technology for Intermittent Use in Short-term Storage of Leafy Vegetables
.... C. C. Huang, C. Y. Tsai, H. S. Huang, C. J. Cheng, Y. C. Tsai and F.W. Liu 109
Handling Techniques and Application of Fresh Cut Vegetables .... Y. K. Wang 120

Section 3. Flowers

Phalaenopsis Plantlet Handling Techniques ....R. S. Lin and Z. Y. Lin 131
Postharvest Physiology and Handling Technology of Cut Eustoma Flowers
....T.C. Lee, J.S. Tsay and M.H. Lu 149
Recent Topics on the Postharvest Handling of Cut Gladiolus Flowers Exported to Japan .... C. H. Lien 156

Effects of Chemical Pretreatment on the Senescence Physiology of Cut Rose after Dry Cold Storage.. R. S. Lin, M. H. Kuo 169
Effect of Water Uptake Immediately after Harvest and Bleaching Agent on Opening and Bent Neck of Cut Rose.................................. Y. R. Chen 180
The Application of Postharvest Technology on Marine Shipment of *Anthurium* Cut Flower for Export
.............Y. C. Wang, D. L. Lin, S. S. Wang, Y. T. Chang, and C. S. Chang............184
The Effect of 1-MCP and 'TARI's Onc1' Treatment on the Quality of *Oncidium* Cut Flowers for Exportation
....C. C. Huang, H. S. Huang and C. Y. Tsai 191

Section 4. Quarantine and Pesticides Safety

The Quarantine Regulations of Major Export Markets for Fruits and Vegetables of Taiwan..Y. Yeh and T. W. Chen 199
Pesticide Residues Status of Export Vegetables and Fruits in Taiwan
.... Y. C. Huang 205
The Study of Hypobaric Fumigation on Cut Flowers of Export
.... H. Y. Chen and S. F. Lai 210

Section 5. Cross Commodity Technologies

Studies and Extension on Precooling Technology of Horticultural Crops in Taiwan... Y. C. Lee and D. L. Lin 221
The Developing of Vacuum Cooling Technology in Taiwan
.... D. L. Lin and Y. C. Lee 228
Application of Shortwave Ultraviolet(UV-C) Irradiation as a Postharvest Treatment for Fresh Horticultural Products
...... T. T. Wang, Y. C. Liang, S. H. Liang, G. T. Deng and C. C. Huang 233
The Information of Fruits and Vegetables Storage
....R. Y. Chen, M. J. Tsai and M. S. Liu 242

Section 6. Discussion..247

外銷椪柑、桶柑與柳橙之採收、檢疫處理與貯、運、銷技術方略

劉富文
國立台灣大學園藝系

摘　要

綜合近十餘年來對台灣產椪柑、桶柑及柳橙之採收成熟度、貯藏條件與貯藏壽命、檢疫處理及催色要領等研究成果，提供有關外銷柑桔之採收處理與貯、運、銷技術方略要點如次：

1. 椪柑、柳橙與桶柑依序自 11 月中旬、12 月中旬與 1 月中旬起約半個月內是採收外銷果最適期。
2. 適宜之貯、運條件為 15℃，90~95%相對濕度。椪柑有 2~3 個月，柳橙與桶柑有 3~5 個月的安全貯、運、銷期間。
3. 須經低溫檢疫處理之外銷柑桔採後愈快低溫處理愈好；延遲處理則較易受低溫傷害。椪柑最好在採後 5 日內，桶柑與柳橙在 10 日內開始處理。早處理者處理後尚有 30~45 日的貯、運壽命。
4. 低溫檢疫處理造成果實傷害之嚴重性因生產年份與供果園而異；宜注意各年之狀況並慎選供果園。
5. 低溫檢疫處理傷害之果實置 15℃五日後即易識別剔除；因此可考慮在 15℃貯放 5 日後選別包裝。
6. 桶柑及柳橙可耐高溫檢疫處理；椪柑則易發生熱傷害。
7. 早採半黃半綠的椪柑置 15℃最快完全轉色；需時 20~25 日。用乙烯催色則可加快 10 日。
8. 趕早輸日之椪柑若在 11 月 20 日左右採收，速經低溫檢疫處理後在 15℃運銷，12 月 20 日之前可上市金黃色的果實。若在採後或檢疫處理之後速用乙烯催色，轉色更快。

關鍵字：椪柑、桶柑、柳橙、成熟度、貯藏、貯藏溫度、貯藏濕度、檢疫處理、催色、外銷

前　言

柑桔是最重要的水果；無論是全世界或是台灣，其栽培面積與產量皆為各種水果之冠。台灣栽培的柑桔種類與品種甚多，而且還在不斷增加新品種中。目前經濟價值最高的是柳橙、椪柑、桶柑與文旦柚四種。其中文旦柚不在本文研究範圍內；本文只討論其他三種柑桔。

台灣生產的椪柑、桶柑與柳橙各具品種特色，且都有相當好的品質，足可比美外國產品，甚至超越。過去曾有相當數量外銷香港、東南亞與日本之記錄，但近年來外銷量萎縮。一方面產量增加(尤以柳橙為甚)，另一方面外銷又不振，所以常造成國內市場供過於求，售價不及成本之窘境。檢討外銷不振的原因，一為生產與運輸成本過高，競爭力不強；二為採後處理與運銷技術不良，不能維護產品之品質直到國外市場。

台灣大學園藝系在近十餘年來從事椪柑、桶柑與柳橙之成熟特性、貯藏條件與

貯藏壽命、外銷檢疫處理、以及早採半綠皮椪柑之催色技術等一系列之研究。其目的在改良採後處理技術，維護果實品質，以利長期供應內、外銷市場，增廣銷路。本文簡述其中部分研究成果，特別注重有關外銷柑桔之採後技術，並提出應用這些技術改進運銷之途徑。技術與策略之改進可以彌補成本偏高之劣勢，提昇競爭力，以利拓展外銷。

試驗材料與方法

本文為回顧近 10 年研究結果之綜合論述(a review paper)，而非全部未經發表之原始研究報告(original research paper)。因此，文獻資料中已詳述之試驗材料與方法皆不再重複贅述。讀者若有興趣可逕查閱參考文獻。但本文亦包含一些未經發表之資料，如不同產地椪柑與柳橙之不同溫度貯藏試驗以及桶柑與柳橙採後不同時間低溫檢疫處理引起不同傷害程度之比較試驗等原始研究結果。這些原始研究將在本文「結果與討論」項下按各試驗主題將方法與結果一併敘述，好讓讀者更易掌握瞭解。

結果與討論

一、成熟特性與採收適期

台灣產椪柑、桶柑與柳橙皆在成熟期轉色，由綠轉黃。轉色期果汁糖度漸增而酸度漸減，因而糖/酸比也漸增而品質漸佳(劉等, 1998)。三種柑桔之中椪柑成熟季節最早，柳橙次之，桶柑最遲。

椪柑自 11 月上旬開始有一部分轉色，到 11 月中旬即有相當多果實達到半轉色(果皮轉黃面積 35~65%)。此時應是外銷及長期貯藏用椪柑適當採收期之開始(劉等, 1998b)。採收時宜按果實轉色程度選採(劉等, 2001)。早期全黃果(轉黃面積 70~100%)罹病蟲害比率高，貯運中易腐，適合現賣而不適宜貯藏或長途運銷。採收時為半轉色的椪柑最適宜貯藏或外銷。綠皮果(轉黃面積 0~30%)因未成熟而糖度低，品質不佳，宜再留樹上幾天等到半黃時採收。若自 11 月中旬見樹上有半數以上果實達半轉色時第一次採收，隔 7 至 10 日後第二次採收，並皆選半轉色果作為貯藏或外銷用最為理想。更遲採收的椪柑則易浮皮，且在貯藏中腐爛率偏高，不適合長期貯藏(劉等, 1998b; 2001)。

柳橙依產地及年份差異，在 12 月中旬或下旬，轉色面積 80%以上時即可全樹一次採完。太早採的品質較差而未必有較好的貯藏力；太遲採的則有腐爛率偏高之勢(劉等, 1997)。

桶柑到一月中旬或下旬(依年份及產地略有差別)轉色 90~100%時可全樹一次採完。此時氣溫已低，果實在樹上變化緩慢，若病蟲害防治得宜，至少有半個月以上之採收適期；外銷或貯藏用者選擇好天氣採果比選擇日期早晚更為重要。但太遲採收亦有增高貯藏腐爛率之趨勢(劉等, 1997; 1998a)。

二、貯藏溫度之選擇

經多年反覆試驗之結果(劉等, 1997; 1998a; 1998b; 2001a)，椪柑、桶柑及柳橙經逐果套入聚乙烯袋後長期貯藏之安全而適宜之溫度皆為 15℃。在 20℃之高溫貯藏時腐爛率較高而且果皮顏色不佳(呈淡黃色而非帶有紅色成分之橙黃色)。在 ≤10℃之低溫貯藏則易因發生寒害而使果皮呈現傷斑或果肉產生異味。在貯藏試驗中，12.5℃常出現優於 15℃之效果(劉等, 2001a)；如前者腐爛率較低而且使桶柑及柳橙較易呈現深橙黃色澤。但是 12.5℃貯藏之果實偶而發現少數產生異味。換言之，12.5℃貯藏之果實常常(但並非每次如此)腐爛較少而外觀較好，但 15℃貯藏之果實較能確保風味正常。

較早的研究報告(劉等, 1997)曾提到北部(苗栗)產的椪柑及中部(南投)產的柳橙較適合 15℃貯藏，而南部(嘉義)產的椪柑與柳橙似乎偏好高溫，較適合用 20℃貯藏之趨勢。為再度觀察此種產地差異是否確實存在，台灣大學園藝系在 1997 年再自苗栗縣公館鄉及嘉義縣梅山鄉採收椪柑，並自南投縣中寮鄉及嘉義縣梅山鄉採收柳橙做不同溫度貯藏比較試驗。方法與結果簡述如次。

1997 年 11 月 21 日及 24 日分別自苗栗縣公館鄉及嘉義縣梅山鄉採收椪柑。同年 12 月 19 日及 27 日分別自南投縣中寮鄉及嘉義縣梅山鄉採收柳橙。採果時各產地各種柑桔選 4 株健康成樹作為 4 重複之用。椪柑貯藏期間分為 60 日與 90 日二組，各組再分 12.5℃、15℃及 20℃三種溫度貯藏。每處理(產地別、貯藏日數、貯藏溫度)每重複(株)皆用 20 果；4 重複共 80 果。柳橙貯藏期間分 60 日與 120 日二組，各組再分 12.5℃、15℃及 20℃三種貯藏溫度。每處理(產地別、貯藏日數、溫度)每重複 20 至 30 果不等，但測定失重率、糖度與酸度時只用其中 20 果。採果、運果、貯前處理、貯藏、貯後評估及品質分析等方法皆仿照已報告之研究(劉等, 1998b)。

椪柑貯藏之結果，不論產地或貯藏日數(60 與 90 日)之不同，貯藏在 20℃與 15℃比較，前者腐爛率較高，綠蒂率較低而失重率較高(表 1)，而且果皮顏色較差(淺黃而非深橙黃)。再就 12.5℃與 15℃比較，前者有腐爛率較低及失重率較低之趨勢而綠蒂率差異甚微(表 1)。三種溫度比較貯後椪柑之糖度時，有貯藏溫度愈高糖度也愈高之勢(表 1)，但溫度間差異甚微，應無實用上之意義。又三種溫度比較貯後椪柑之酸度時，貯藏至 60 天時 15℃組較低而 12.5℃及 20℃二組相若(表 1)。貯藏到 90 天時亦是 15℃組酸度最低，而 12.5℃組次之，20℃組最高；三組間出現明顯差異(表 1)。此試驗未做貯後品味，不能確定 12.5℃組之風味是否與 15℃組有差異。若專就 15℃與 20℃二組比較，15℃貯藏後之品質早經確定無問題(劉等, 1997; 1998b; 2001a)而綠蒂率較高、果色較佳、腐爛率與失重率皆較低(表 1)。顯然椪柑貯藏溫度 15℃優於 20℃，並無南北產地別之差異。

柳橙貯藏之結果，不論產地別與貯藏日數之不同，20℃組與 15℃組比較，前者腐爛率與失重率較高而綠蒂率較低(表 2)。至於 12.5℃與 15℃二組比較，前者失重率較低但腐爛率與綠蒂率則有些較低而有些較高，而無一定趨勢(表 2)，因此優劣難下定論。三種溫度貯後之柳橙糖度比較，溫度愈高糖度也愈高之趨勢相當明顯，但差距皆不大(表 2)。至於酸度則有 20℃貯藏組略低而 15℃與 12.5℃二組相似之現象(表 2)。綜合看來，在 20℃貯藏之柳橙有可能比 15℃貯藏者略甜(糖度略高，酸度略低而糖/酸比略高)，但前者腐爛率及失重率較高而綠蒂率較低。因此，柳橙貯藏溫度 15℃優於 20℃，亦無中部與南部產地別之差異。

三、貯藏濕度之考量

柑桔逐果套上聚乙烯袋後貯藏，則貯藏庫之濕度對果實失重之影響不大。椪柑、桶柑與柳橙套袋後在無精密濕度控制之 15℃冷藏庫中貯藏，失重速率很相似；頭 15 天略快，以後維持大約每個月失重 0.8%之速率(劉等, 2005)。椪柑貯藏到 3 個月時失重約 3.5%，桶柑及柳橙貯藏到 5 個月時失重約 5%，皆未造成明顯的皺皮或果實軟化(劉等, 2005)。

若是不套袋而以裸果貯藏，則必須控制貯藏庫之濕度。椪柑、桶柑與柳橙在 15℃恒溫，不同濕度貯藏試驗之結果，相對濕度愈低失重率愈高，二者成接近直線之負相關關係(劉等, 2005a)。該試驗之結論為貯藏一個月左右或一個月以內者可用 90%或 85~90%相對濕度，而貯藏二個月或二個月以上者宜用 95%或至少用 90~95%相對濕度(劉等, 2005a)。

表1. 不同地區生產之椪柑在不同溫度貯藏之效果比較[1]

貯藏日數	產地	貯藏溫度 (℃)	腐爛率 (%)	綠蒂率 (%)	失重率 (%)	糖度 (°Brix)	酸度[2]
貯前	苗栗	－	0	100	0	9.8±0.5	555±23
	嘉義	－	0	100	0	10.4±0.1	663±66
60	苗栗	12.5	2.5±2.9	97.5±5.0	2.87±0.40	9.8±0.4	360±22
		15	5.0±4.1	96.1±2.6	3.89±0.43	10.0±0.2	302±14
		20	6.3±6.3	73.1±8.6	7.75±0.49	10.2±0.6	354±55
	嘉義	12.5	0.0±0.0	92.5±8.7	2.71±0.25	10.5±0.2	445±25
		15	0.0±0.0	92.5±8.7	3.39±0.40	10.5±0.2	402±23
		20	1.3±2.5	88.6±7.6	7.34±0.52	10.7±0.2	444±32
90	苗栗	12.5	3.8±4.8	92.3±8.9	2.72±0.28	9.6±0.5	243±11
		15	10.0±7.1	94.2±5.1	4.05±0.37	9.7±0.5	213±21
		20	13.8±4.8	51.2±30.9	10.74±1.05	9.8±0.4	316±27
	嘉義	12.5	0.0±0.0	92.5±5.0	3.39±1.12	9.8±1.2	302±29
		15	2.5±2.9	88.4±5.2	4.86±0.62	10.0±0.1	267±17
		20	7.5±8.7	72.5±9.3	10.10±0.53	10.1±0.3	340±11

[1] 表中數字爲 4 重複之平均數±S.D.，每重複 20 果。
[2] 酸度以檸檬酸(citric acid)計，mg/100ml 果汁。

表2. 不同地區生產之柳橙在不同溫度貯藏之效果比較[1]

貯藏日數	產地	貯藏溫度 (℃)	腐爛率 (%)	綠蒂率 (%)	失重率 (%)	糖度 (°Brix)	酸度[2]
貯前	南投	－	0	100	0	12.4±0.9	824±70
	嘉義	－	0	100	0	13.9±1.1	688±72
60	南投	12.5	4.9±4.1	63.5±9.5	1.42±0.25	11.7±0.8	654±32
		15	2.5±2.9	48.0±5.3	2.21±0.11	12.3±1.2	636±35
		20	3.8±4.8	41.7±13.0	4.89±0.39	12.2±1.0	639±39
	嘉義	12.5	0.0±0.0	70.4±28.7	1.29±0.30	13.9±1.3	580±53
		15	1.2±2.4	77.9±9.0	1.96±0.40	13.9±1.3	599±80
		20	1.3±2.5	69.1±26.2	5.75±0.26	14.1±1.0	533±59
120	南投	12.5	4.9±5.6	4.9±5.6	2.63±0.30	11.3±0.7	590±45
		15	11.6±0.6	15.2±7.1	5.04±2.60	11.6±0.6	604±63
		20	12.1±1.0	8.4±3.4	8.44±3.44	12.1±1.0	535±53
	嘉義	12.5	2.5±2.9	53.9±16.6	2.30±0.08	13.2±1.4	565±86
		15	1.3±2.5	63.0±19.8	3.95±0.29	13.4±1.6	565±86
		20	11.1±8.2	54.8±24.6	9.71±0.44	13.9±1.3	485±34

[1] 表中腐爛率及綠蒂率爲 4 重複之平均數±S.D.，每重複 20 至 30 果不等。其他項目爲 4 重複之平均數±S.D.，每重複 20 果。
[2] 酸度單位以檸檬酸計，mg/100ml 果汁。

四、貯藏中之品質變化及貯藏壽命

椪柑、桶柑與柳橙如果田間管理良好，採果適當，而採後處理妥善，可在 15℃貯藏數個月，腐爛率很低。在劉等 2005 年之試驗中，椪柑貯藏 3 個月及桶柑貯藏 5 個月，腐爛率 ≤2.5%而綠蒂率 ≥87%；柳橙貯藏到 3 個月時腐爛率 <4%，但第 4、5 個月加速上升。雖然柑桔貯藏到某一時間後腐爛率會加速上升之趨勢常見，但柳橙不一定在貯藏 3 個月後就會加速上升腐爛率。環境與管理良好的果園產品腐爛較慢；如 1997 採自嘉義梅山的柳橙在 15℃貯藏到 4 個月(120 天)時腐爛率只有 1.3%(表 2)。至於柳橙較不易維持綠蒂則是其特性，在 15℃貯藏 15 天就明顯降低綠蒂率，以後的貯藏期間綠蒂率繼續下降(劉等, 2005a)。

採收時爲半綠半黃(半轉色)的椪柑在 15℃貯藏中迅速轉黃，在一個月內完全轉黃，然後由黃緩慢轉紅，變成橙黃色或橙紅色(劉等, 2005)。桶柑在採收時已呈相當深的橙黃色，在 15℃貯藏頭一個月再略微加深紅色，以後則少變化(劉等, 2005)。柳橙採收時已接近全黃但色澤較淡，在 15℃貯藏中緩慢加深紅色成份而變爲橙黃或橙紅色(劉等, 2005)。由此可見三種柑桔在 15℃貯藏，色澤會變得更好。

三種柑桔在 15℃貯藏中果汁糖度的變化頭一個月略升，然後逐漸下降，酸度則一路下降而糖/酸比一路升高(劉等, 2005)。柑桔的風味以糖度高而糖/酸比適中者爲上乘。以筆者的口味而言，椪柑、桶柑與柳橙採後置 15℃貯藏，品質漸入佳境，在一至二個月之間達到高峰(由採收時的糖度與酸度決定到達高峰的遲早)，然後逐漸下滑。在劉等(2005)的試驗中椪柑、桶柑與柳橙貯藏到 3 個月時的糖度依序爲 11.1°、11.1°與 13.9°Brix，而糖/酸比依序爲 28、21 與 25；皆有甚好的風味。椪柑符合區與林(1996)的「特級」標準。劉等(2005)的同一試驗中桶柑與柳橙貯藏到 5 個月時糖度分別爲 10.3°與 12.6°Brix 而糖/酸比分別爲 27 與 31；風味還算良好。

由三種柑桔貯後品質及腐爛率、失重率與椪柑、桶柑之綠蒂率來看，椪柑、桶柑及柳橙的商業性貯藏壽命依序應有 3 個月、5 個月及 5 個月。也許有些果園的產品特別耐貯藏，可以超過此期間，但依筆者多年之經驗，大多超過此期間以後品質難以維持優良之水準。柳橙不易維持綠蒂，但果蒂褐化之後不易脫落，對果肉風味亦無影響，因此未列爲考慮貯藏壽命之重要因子。如果綠蒂爲必要條件，則柳橙之貯藏壽命沒有那麼長。也許有再研究保持綠蒂方法之必要。另外影響貯藏壽命之重要因子爲「乾米」(顆粒化，granulation)及果皮老化。有些柑桔在貯藏到某一時間後「乾米」或果皮老化發生率及其嚴重程度顯著增高，因而提早終結貯藏壽命。椪柑特別容易有乾米，而柳橙特別容易有果皮老化問題。對這兩項問題尙乏具體實用的研究成果。

五、低溫檢疫處理

台灣因屬東方果實蠅之疫區，柑桔輸出日本、美國等非疫區而有生產亞熱帶果樹的國家時須經過檢疫處理。目前輸日椪柑所用的檢疫處理方法爲低溫，在果肉中心溫度降到 ≤1℃時起算，連續維持在 0°~1℃之間 14 日(劉與韓, 2002)。此種處理有時會引起果皮傷害。椪柑因低溫檢疫處理引起之傷害徵狀爲果皮產生明顯的崩潰斑塊，油胞及外果皮崩潰凹陷，褐化變色，並易由受傷處侵入黴菌造成腐爛(圖 1A, B, C, D；摘自劉與韓, 2002)。在 2001 年 12 月自台灣省青果運銷合作社台中分社豐原包裝場取得已經過低溫檢疫處理而正在包裝之輸日椪柑樣品，放置在 15℃觀察之結果，5 日內大量出現受傷果(劉與韓, 2002)。五日後受傷果數增加不多，但受傷徵狀逐漸加劇(圖 2)。經過若干年的模擬低溫檢疫處理試驗結果，採收後速進行低溫處理者受傷少，而先放在 15℃多日之後做同樣的低溫處理者受傷較多(劉與韓, 2002)。早做低溫處理者處理後仍可在 15℃貯放 15 至 45 日，受傷率增加有限(劉與韓, 2002)。又因低溫檢疫處理而受傷之果實大多在低溫處理完畢，移至 15℃置放 5 日

內出現徵狀；其後受傷果比率增加不多但已出現之受傷徵狀繼續加劇(劉與韓, 2002)。

桶柑因模擬低溫檢疫處理而產生的果皮傷害徵狀與椪柑相似(圖 1E, F, G, H)。經過若干年之桶柑模擬低溫檢疫處理試驗，其方法與椪柑之試驗相同(劉與韓, 2002)，每次皆用 4 株採下之果實做爲 4 重複，每處理每重複 20 果，其結果亦與椪柑的結果相似。桶柑採收後翌日開始模擬低溫檢疫處理者受傷率甚低，而且處理後仍可在 15℃貯藏 15 至 45 日不致大量增加受傷果；但採後延遲 15 日才開始低溫處理者受傷率較高，而貯藏 30 至 45 日後才低溫處理者受傷率更高(表 3)。換言之，先低溫處理後貯藏受傷率較低而先貯藏後低溫處理則受傷率較高。

表3. 苗栗縣公館產桶柑模擬低溫檢疫處理前貯放日數及處理後貯放日數與皮傷及腐爛之關係[1]

低溫處理前、後貯放日數[2] 前	後	試驗年數	皮傷率(%)[3]	(皮傷+腐爛)率(%)[3]
0	15	5	0.5	1.3
	30	3	0.0	1.3
	45	4	1.3	5.9
15	0	2	0.0	1.9
	7	3	6.7	8.3
	15	3	5.4	8.3
	30	5	4.0	8.5
30	7	3	7.5	10.4
	15	5	8.3	18.8
	30	2	8.1	11.9
45	0	2	7.5	11.3
對照,在 15℃貯藏 60 日,無低溫處理		5	0.0	2.3

[1] 每年每處理 4 重複，每重複 20 果之總平均。
[2] 低溫處理前後均貯放在 15℃ 。
[3] 低溫處理及貯放後移至 20℃模擬櫥架販售 7 日後評估之數字。腐爛包括皮傷誘引與非皮傷誘引之腐爛。

柳橙即使不經低溫檢疫處理而放在 15℃長期貯藏也常會發生果皮異常，似爲老化性果皮崩潰。輕者出現外果皮崩潰褐化凹陷之小斑塊(圖 1I)。最容易出現的位置在果蒂邊(圖 1J)或果蒂周圍(圖 1K)。有時果蒂部、果蒂附近或其他部位果皮同時出現(圖 1L)。嚴重者除小斑塊之外還有連接的大斑塊(圖 1M)。這些異常也會因模擬低溫檢疫處理而增高發生率及嚴重程度。另外，模擬低溫檢疫處理也偶然會引發柳橙產生類似出現在椪柑及桶柑之果皮傷害(圖 1N)。這種徵狀發生頻率不高，且未在對照組出現過。經過若干年之模擬低溫檢疫處理試驗，方法與桶柑相同，結果若將上述兩類果皮傷害或異常總和計算，也獲得採後早行低溫處理比遲處理發生傷害少之

趨勢(表 4)。因為柳橙在貯藏中發生果皮異常(或皮傷)及腐爛之比率因年份而異(表 5)，而且有些腐爛因果皮異常而引起但有些腐爛與果皮異常無關，使得低溫檢疫處理與果皮異常(或皮傷)及腐爛之關係錯綜複雜，不易釐清。另外，柳橙的果皮異常(或皮傷)與腐爛率也因產地或果園不同而異(表 6)；因此，欲做長期貯藏或低溫檢疫處理後外銷時宜慎選供果園，非常重要。

本研究雖發現椪柑、桶柑及柳橙採後速行低溫檢疫處理比遲處理少生傷害之趨勢，但未找出完全避免傷害之方法。應該還有許多待研究之餘地。

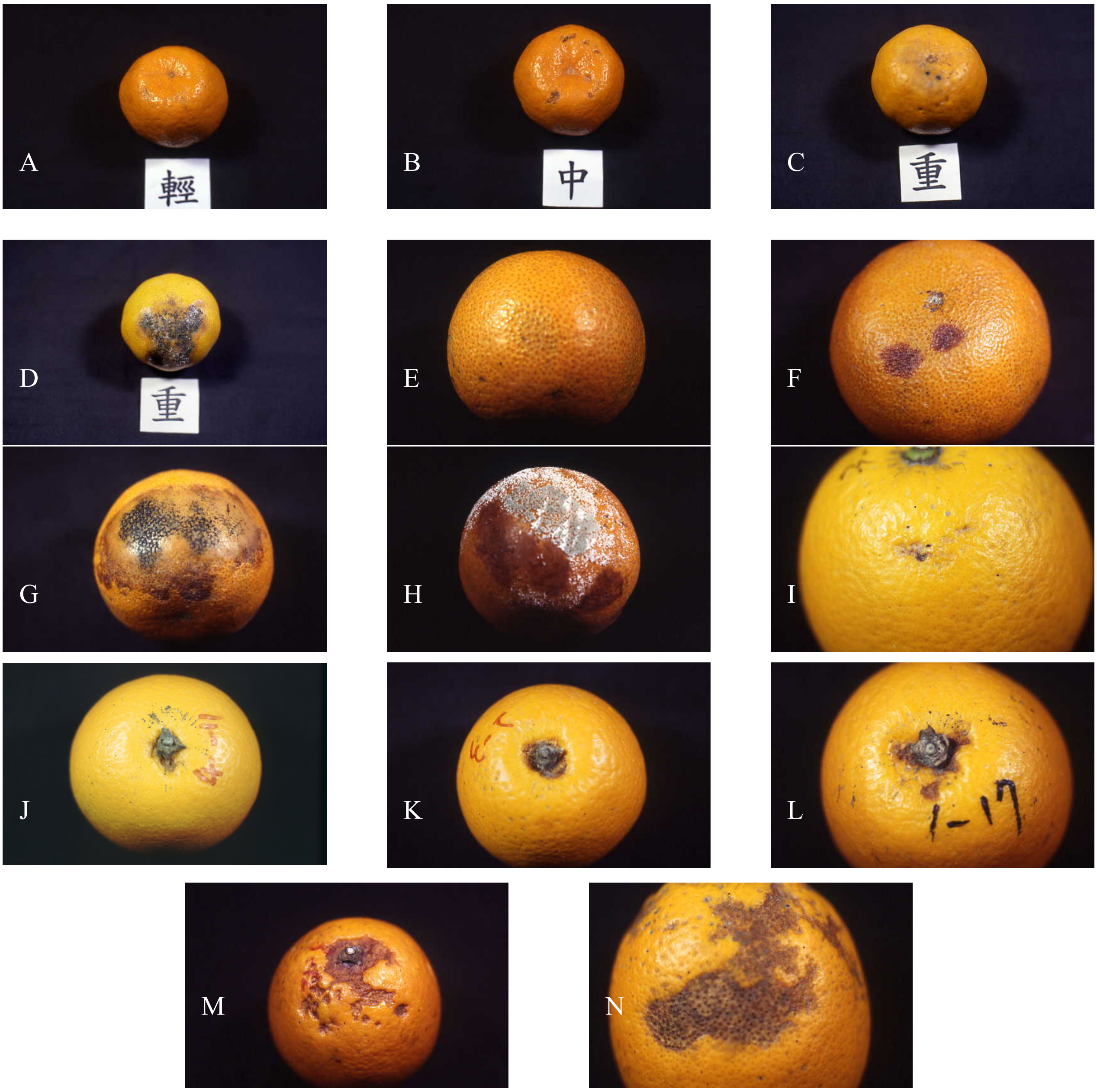


圖 1. 椪柑、桶柑及柳橙低溫檢疫處理引起之果皮傷害及貯藏中易見之果皮異常徵狀。A、B、C 及 D：椪柑輕、中、重度受傷及重傷後黴腐。E、F、G 及 H：桶柑輕、中、重度受傷及重傷後黴腐。I、J、K、L、M：柳橙貯藏中或低溫檢疫處理後易見之果皮異常。N：柳橙低溫檢疫處理引起之重度果皮傷害。

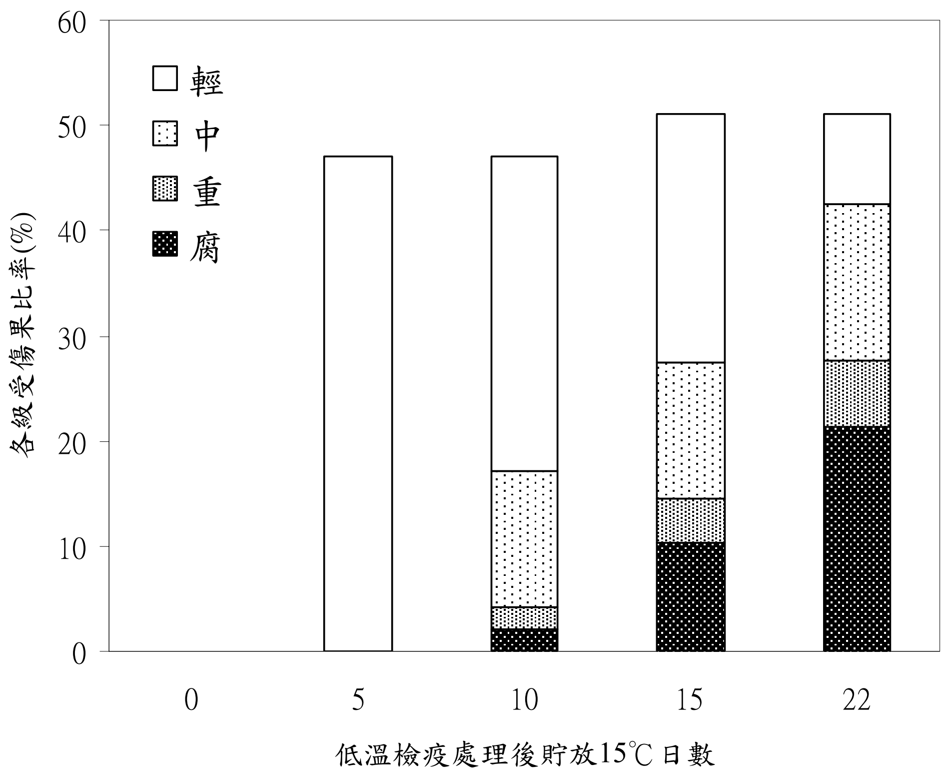


圖 2. 2001 年經過低溫檢疫處理之輸日椪柑樣品放置 15℃觀察期間出現各級低溫傷害果實比率之變化。原始資料來源：劉與韓(2002)。

六、高溫檢疫處理之可行性

由墨西哥輸入美國之甜橙、葡萄柚及寬皮柑可針對地中海果實蠅施行高溫檢疫處理(ASHS Newsletter 15(9): 5, 1999)。方法爲以熱風升高果肉溫度至 44℃之後保持在 44℃ 100 分鐘，但如升溫至 44℃之時間少於 90 分鐘則短少之時間須加在保持 44℃之時間上(因此，會多於 100 分鐘)。基於這則資訊，筆者曾重複三年試驗椪柑、桶柑及柳橙之熱風處理可行性，條件如上述美國標準，設備則用小型熱風定溫箱。

試驗結果椪柑不耐熱，不論在採後半轉色階段或貯放到充分轉色後處理，皆造成果蒂附近，特別是凸起部分之果皮傷害。嘗試過果蒂部位塗腊、逐果保鮮膜包裹、或熱處理後以冰水迅速冷卻等方法，皆不能防止傷害之發生。因此難以認定椪柑熱風檢疫處理之可行性。至於桶柑及柳橙，反覆試驗同樣之處理皆未發現果實受傷；採後迅速處理或先貯藏一個月後處理皆未產生熱傷害。本試驗未作熱處理前後果實品質之分析比較，但筆者曾品嚐熱處理後的柑桔。筆者的味覺可以感覺出熱處理果與對照果有些微的風味差異，但差異輕微而且熱處理過的柑桔風味並非令人厭惡之類。一般消費者是否樂於接受熱處理過的柑桔風味則未評估。由此結果推測，桶柑與柳橙採用高溫(熱風)檢疫處理之可行性存在。高溫檢疫處理時間短，設備利用週轉快，適宜大量連續外銷時採用。筆者因人力與設備之限制不再繼續此方面之研究，但建議更適合做此研究的單位及學者值得做進一步之研究。

表4. 南投縣中寮產柳橙模擬低溫檢疫處理前貯放日數及處理後貯放日數與皮傷及腐爛之關係[1]

低溫處理前、後貯放日數[2]		試驗年數	皮傷率(%)[3]	(皮傷+腐爛)率(%)[3]
前	後			
0	15	3	2.1	7.5
	30	1	11.3	12.5
	45	1	2.5	5.0
5	15	3	3.3	6.3
10	15	3	2.5	5.8
15	0	2	4.4	5.6
	15	4	12.2	18.8
	30	1	0.0	17.5
30	0	1	18.8	22.5
	15	4	17.2	27.8
45	0	1	15.0	17.5
對照,無低溫處理,貯藏 30 天		5	4.8	7.8
對照,無低溫處理,貯藏 60 天		4	9.1	12.5

[1] 每年每處理 4 重複，每重複 20 果之總平均。
[2] 低溫處理前、後均貯放在 15℃。
[3] 低溫處理及貯放後移至 20℃模擬櫥架販售 7 日後評估之數字。皮傷包括低溫處理引起及不明原因之果皮異常；腐爛包括皮傷誘引及非皮傷誘引之腐爛。

表5. 南投縣中寮產柳橙不同年份果實在貯藏期間皮傷及腐爛率之差異[1]

貯藏日數	年份	皮傷率(%)	(皮傷+腐爛)率(%)
30	1999	10.0	12.5
	2000	2.5	5.0
	2001	7.5	12.5
	2002	2.5	2.5
	2003	1.3	6.3
60	1999	16.3	17.5
	2001	11.3	16.3
	2002	3.8	3.8
	2003	5.0	13.8

[1] 各年皆用 4 重複之平均，每重複 20 果。貯藏溫度爲 15℃。皮傷率及(皮傷+腐爛)率之評估在貯藏後移至 20℃模擬櫥架販售 7 日後爲之。

表6. 南投縣中寮與嘉義縣梅山生產之柳橙在模擬低溫檢疫處理及貯藏後皮傷與腐爛率之差異[1]

低溫處理前、後貯放日數[2]			2001 年		2002 年	
前	後	產地	皮傷率 (%)[3]	(皮傷+腐爛)率 (%)[3]	皮傷率 (%)[3]	(皮傷+腐爛)率 (%)[3]
0	15	中寮	5.0	7.5	—	—
		梅山	0.0	1.3	—	—
5	15	中寮	5.0	7.5	1.3	1.3
		梅山	0.0	1.3	2.5	2.5
10	15	中寮	2.5	6.3	1.3	1.3
		梅山	0.0	0.0	3.8	3.8
15	15	中寮	13.8	18.8	8.8	11.3
		梅山	2.5	3.8	3.8	3.8
30	15	中寮	40.0	62.5	12.5	15.0
		梅山	3.8	8.8	3.8	5.0
對照,無低溫處理, 貯藏 30 天		中寮	7.5	12.3	2.5	2.5
		梅山	0.0	3.8	0.0	0.0
對照,無低溫處理, 貯藏 60 天		中寮	11.3	16.3	3.8	3.8
		梅山	2.5	5.0	2.5	3.8

[1] 各年每處理 4 重複，每重複 20 果之平均。
[2] 低溫處理前後均貯放在 15℃ 。
[3] 低溫處理及貯放後移至 20℃ 模擬櫥架販售 7 日後評估之數字。皮傷包括低溫處理引起及不明原因之果皮異常；腐爛包括皮傷誘引及非皮傷誘引之腐爛。

七、早採半綠皮椪柑加速轉色之方法

椪柑不宜在全綠或轉色面積 <30%時採收；此階段採收的「綠皮」椪柑尚未成熟，糖度及糖/酸比偏低，品質不良。但半轉色(半綠皮，轉色面積在 35%~65%之間)的椪柑大都果肉已成熟，品質可以接受，只是賣相不佳。在此種成熟度採收的椪柑若做長期貯藏，一個月後完全轉黃而不再有皮色問題。但若要迅速上市或外銷，可考慮加速轉色的方法。

半轉色的椪柑採後放在不同的溫度，其轉色快慢不同。使半轉色椪柑最快完全轉色的溫度是 15℃ (黃, 2004)。採後直接放在 15℃ 的椪柑在 20~25 日內可完全轉色；採收當日進行低溫檢疫處理，然後轉入 15℃ 貯運則在 30 日內(自採收日算起)可完全轉色(黃, 2004)。如果需要更快轉色則可用 5 ppm 乙烯催色。乙烯催色處理可加速椪柑完成轉色 10~15 日且使轉色後橙黃色更深(黃, 2004)。催色宜在採後或低溫檢疫處理後儘速進行(黃, 2004)。

外銷柑桔之採收、處理與貯、運、銷技術方略

歸納上述種種研究結果，筆者提出外銷柑桔之採收、處理與貯、運、銷技術方略要點如下：

1. 椪柑、柳橙與桶柑依序自 11 月中旬、12 月中旬與 1 月中旬起約半個月內是採收外銷及長期貯藏用果實的最佳時期。
2. 安全而且適宜之長期貯藏或長途運輸條件爲 15℃，90~95%相對濕度。如逐果套以聚乙烯袋後貯藏或運輸，則貯藏庫或運輸工具之濕度管理較不重要。柑桔耐貯藏力依年份及果園而有差異。較保守的估計，慎選狀況良好的椪柑，在適宜條件下有 2~3 個月，而桶柑及柳橙則有 3~5 個月的貯、運、銷安全期間。
3. 須經低溫檢疫處理之外銷柑桔採後愈快開始低溫處理愈好。採後 0~5 天開始處理者受傷率較低，椪柑採後 10 日或桶柑與柳橙採後 15 日開始處理者受傷率顯著升高。早處理的果實處理後尚有 30 到 45 日的貯藏及運輸壽命。貯藏後的柑桔不宜用低溫檢疫處理，否則受傷嚴重。
4. 低溫檢疫處理造成果實傷害之程度因年份及產地或果園而異；須密切注意並慎選須經低溫處理之外銷供果園。
5. 低溫檢疫處理後的果實也同樣適宜在 15℃貯運。如在低溫處理中引起一部分果實傷害，大多傷害果在 5 日內出現徵狀。因此可考慮在此時選別剔除受傷果，以免其混入市場，有損信譽。五日之後再出現新受傷果的比率不高，但已受傷的果實徵狀繼續加劇並增加腐爛。
6. 桶柑及柳橙能耐高溫檢疫處理；值得開發實用處理技術。椪柑則易受高溫處理傷害，實用可能性不高。
7. 在 11 月中旬或更早採收的半轉色椪柑宜在 15℃貯運，轉色最快而成色最佳。不經低溫檢疫處理的椪柑在 20~25 日內，而採後迅速進行低溫檢疫處理者在 30 日內(含低溫處理 15 日)可完全轉色。如須更早轉色上市則可用乙烯催色。乙烯催色處理宜在採後或低溫檢疫處理後及早進行，並注意處理條件及相關問題。
8. 目前銷日之椪柑在耶誕節前運達上市。如在 11 月 20 日之前選採半轉色之椪柑，速經低溫檢疫處理後在 15℃貯運，可在 12 月 20 日前上市全黃的果實。若在低溫檢疫之前或之後速用乙烯催色，轉色更快，成色更佳。

雖然本文之標題爲外銷柑桔，所述內容與方法除有關檢疫處理部分以外皆可同樣適用於內銷柑桔。

致　謝

本文回顧過去十餘年在國立台灣大學園藝系完成之柑桔採收、處理、貯藏、運銷一系列研究。感謝行政院農業委員會、前台灣省政府農林廳及現在的農糧署補助研究經費。部分研究工作並承農業試驗所、嘉義大學園藝系、台灣省青果運銷合作社及其新竹、台中分社等合作或協助。主要合作或協助人包括黃肇家、王怡玎、呂明雄、李堂察、黃恩雄、蔡阿安、溫乾海、劉鳳嬌等先生與女士。還有配合供應柑桔試驗材料之果農張仕龍、徐金源、鄧兆和、周良賜、周煌鈞、江義傑等先生暨夫人。台大園藝系園產品處理研究室負責人王自存教授暨曾參與本文所列各種研究之助理與研究生劉淑珍、孫憲虹、潘靜慧、黃瑞貞、薛淑滿、洪紫馨、韓青秀、黃祐慈、梁穎芝等小姐皆付出努力心血參與試驗或提供協助。筆者謹對上記機關與人士以及其他未列名之無名英雄誠致謝忱。

參考文獻

1. 區少梅、林聖敦。1996。椪柑品質標準建立之研究。中國園藝 42(3): 276-288。
2. 黃祐慈。2004。乙烯催色、低溫檢疫處理與貯放溫度對椪柑轉色之影響。國立台灣大學園藝學系碩士論文。83pp。
3. 劉富文、王自存、潘靜慧。1998。椪柑、桶柑及柳橙在採收季節之成熟特性。中國園藝 44(3) : 265-273。
4. 劉富文、呂明雄、王怡玎。1997。椪柑、桶柑及柳橙貯藏方法之改良。刊於：台灣省農業試驗所編印。園產品採後處理與運銷技術研討會專刊 p.20-37。
5. 劉富文、潘靜慧、洪紫馨。1998a。採收日期及貯藏溫度對桶柑品質及耐貯藏力之影響。中國園藝 44(3): 253-263。
6. 劉富文、潘靜慧、薛淑滿、洪紫馨。1998b。採收成熟度及貯藏溫度對椪柑貯藏壽命之影響。中國園藝 44(3): 239-253。
7. 劉富文、薛淑滿、洪紫馨。2001。依日曆或依果實著色率判斷貯藏用椪柑之採收適期。中國園藝 47(4): 377-382。
8. 劉富文、薛淑滿、洪紫馨。2001a。貯藏溫度與套袋方法對椪柑、桶柑貯藏損失及貯藏後品質之影響。中國園藝 47(4): 383-390。
9. 劉富文、韓青秀。2002。低溫檢疫處理引起之椪柑果皮傷害。中國園藝 48(2): 107-115。
10. 劉富文、韓青秀、梁穎芝。2005。椪柑、桶柑與柳橙在長期貯藏中各品質指標值之變化。中國園藝 51(3): 217-228。
11. 劉富文、韓青秀、梁穎芝。2005a。椪柑、桶柑與柳橙長期貯藏之濕度與失重率之關係。中國園藝 51(4): 295-304。

Technologies and Strategies for Harvesting, Quarantine Treatment, Storage, Transportation, and Marketing of 'Ponkan' Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco), Tankan (*C. tankan* Hayata), and 'Liucheng' Orange (*C. sinensis* Osbeck)Targeted for Export.

F. W. Liu
Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University

Summary

Based on the results of a series of research on the maturity, storage conditions and storability, fruit fly quarantine treatments, and degreening methods for major Taiwan citrus, i.e. 'Ponkan' mandarin, 'Liucheng' orange, and tankan, several key technologies and strategies for harvesting, handling and marketing the fruit targeted for export are summarized as follows. (1) Optimum harvesting periods of 'Ponkan', 'Liucheng', and tankan for export are about half-month beginning mid-November, mid-December, and mid-January, respectively. (2) Optimum condition for storage and transportation of the fruit is 15℃, 90~95% relative humidity; safe storage periods are 2~3 months for 'Ponkan' and 3~5 months for 'Liucheng' and tankan. (3) If low-temperature quarantine treatment is required, the treatment should begin as soon as possible, preferably within 5 days after harvest for 'Ponkan' and within 10 days for 'Liucheng' and tankan; early-treated fruit has a storage and marketing life of 30~45 days, but late treatment encourages low-temperature injury. (4) The severity of rind injury induced by low-temperature quarantine treatment varies with harvesting years and orchards; careful evaluation and orchard selection are advisable. (5) Most of the fruits injured by low-temperature quarantine treatment are discernible and can be sorted out 5 days after being kept at 15℃. (6) 'Liucheng' and tankan can tolerate high-temperature quarantine treatment, but 'Ponkan' cannot. (7) Early harvest half-green 'Ponkan' turns yellow most rapidly, within 20-25 days, at 15℃; coloration can be accelerated for about 10 days by ethylene-degreening treatment. (8) 'Ponkan' for early season Japanese market can be harvested on around November 20th, quickly treated with low temperature for quarantine, shipped at 15℃, and arrive golden colored before December 20th, just make for Christmas; earlier supply of well-colored 'Ponkan' is possible by employing ethylene degreening.

Key words: 'Ponkan' mandarin, Tankan, 'Liucheng' Orange, maturity, storage, storage temperature, storage humidity, quarantine treatment, degreening, export.

芒果外銷之採後處理及作業流程

謝慶昌　薛淑滿
國立中興大學園藝學系副教授及研究助理

前　言

台灣芒果種植面積超過約二萬公頃，總產量達 22 萬公噸，主要產地集中在台南、屏東及高雄等地區，品種以愛文、土芒果及金煌爲主。我國自 91 年加入 WTO 後，農政單位積極推動農產品外銷方案，其中優先以芒果爲旗艦產品。本文茲將探討以往芒果外銷處理作業技術之演變做一整理，並檢討其中得失，以供未來發展之參考。

台灣芒果之外銷市場

芒果屬熱帶性水果，在南北緯 27°內皆可種植，分布廣泛，但大都以地區市場爲主，外銷貿易情形較少。以台灣而言，由海關進出口資料得知，芒果曾銷往香港、新加坡、加拿大、中國大陸、大韓民國及日本等（表 1）。其中，香港及新加坡芒果主要由菲律賓、泰國及馬來西亞進口，而此些地區皆爲芒果主要產地，因此台灣芒果在香港及新加坡單價並不高，銷貨利潤偏低，加拿大及中國大陸單價雖稍高，但仍不敷運銷成本；所以只有日本及大韓民國的平均價格高，仍有利可圖，但是大韓民國於 93 年才開放台灣芒果進口，相關資料仍少，故市場潛力仍有待觀察。綜而言之，以現階段，芒果外銷市場宜以日本爲目標市場，且近年來實際出口日本的數量及產值亦呈上升趨勢（圖 1）。

表 1.台灣芒果在各國際市場之平均價格。

國　　別	平均價格（美元/公斤）	
香　　港	0.37	
新 加 坡	0.39	
加 拿 大	0.61	
中國大陸	0.82	
大韓民國	3.99	（86 年及 93 年）
日　　本	4.00	

資料來源：海關進出口資料整理而得

日本芒果消費動向

近來日本消費者購買行爲特性中，對食品要求重點依序是健康、異國風味、多樣化、高糖度、容易食用、適量大小，芒果則具有異國風味、健康、容易食用等特性，所以在日本有漸漸流行的趨勢，雖然日本宮崎縣及沖繩縣亦有芒果生長，但價昂（每公斤可達 7,000 日圓）且量少，所以仍以進口爲主，如 2002 年進口 8,875 公噸，2003 年上升至 10,307 公噸（財政部貿易統計），這其中以菲律賓所佔比率最高約 60-68%，其次爲墨西哥約 22-27%，泰國約佔 2-6%，澳大利亞 1-4%，而台灣近

5 年來約佔 0.5-1.5%，但以單價而言，台灣芒果則僅次於澳大利亞（721-935 日圓/公斤），平均為 560 日圓/公斤，所以台灣芒果在日本受歡迎及市場潛力，由此可見端倪。

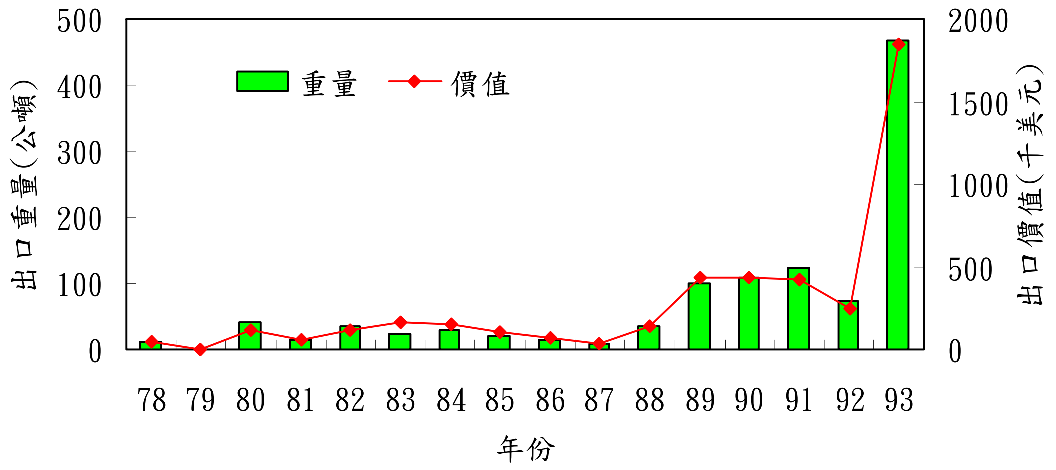


圖 1.台灣芒果外銷日本之出口狀況。

（資料來源：中華民國關稅總局）

台灣芒果各階段出口日本之情況

1.民國 80 年以前

民國 72 年以前芒果出口日本大都以溴化乙烯（Ethylene dibromide, EDB）燻蒸以達檢疫要求，但 72 年禁用 EDB 後，外銷作業即停止，直到 77 年由當時商檢局研發熱處理技術，並且在青果社台中分社設立外銷蒸熱處理（vapor heat treatment, VHT）設備，才恢復外銷，但數量有限，每年約 10-20 公噸，主要原因有（1）VHT 檢疫，提高出口成本；（2）以軟熟果海運，炭疽病嚴重，品質不佳；（3）台灣產地因授粉問題使芒果產量不穩定，影響供貨意願。

2.民國 80-84 年

鑒於 VHT 實施以來，外銷日本數量無法大量增加，因此配合當時降低芒果產銷成本計劃，以拓展外銷為目的，進行外銷供果園之輔導設立，成立整合性技術服務團，並嘗試以硬熟果（green-mature）海運。在 81 年完成二次模擬試驗，計 2,120 箱，到貨階段果實良好率可達 96.8%，經回溫後熟後可售率仍高達 80.7%（表 2），因此當年即輔導青果社依此模式外銷。此硬熟果作業模式仍有缺失，如成熟度不整齊、轉色不全、乳汁污染嚴重，更憂心的是蒂腐病（stem-end rot）有比炭疽病嚴重的現象（表 2）。針對成熟度及貯運後熟條件（表 3），由嘉義農專重新試驗及建立新條件。經此努力，外銷數量雖有增加（圖 1），但仍嫌緩慢。探討原因有二：（1）目標市場的行銷廣告不夠；（2）8 分熟的硬熟果在採收階段或集貨場選別階段皆不易判別，致使品質不穩定；（3）整個供應鏈合作精神不佳。

3.民國 85-88 年

此階段以提高品質為目的，重建日本市場對台灣芒果的信心，因此主要研發重點有：（1）以果實密度（水選）為選別指標，此措施已使果實品質提昇，風味較佳，但因海運關係，果實進入市場階段仍無法完全顯現台灣愛文芒果的風采；（2）由青果社首先嘗試軟熟果（在欉黃）空運，結果使台灣芒果在日本市場驚艷般受歡迎，

但美中不足的是空運再次增加成本，到貨量少，且因炭疽病因素，櫥架壽命短，所以一時無法大量外銷，（3）由於溫湯處理仍是有效防治炭疽病的最後手段（表 4、表 5），所以此階段由鳳山試驗分所果樹系在產地集貨場輔導設立溫湯處理技術及設備，以防治炭疽病的發生，對往後外銷數量的增加，有關鍵性的幫助。

表 2.愛文芒果貯運後品質調查*。

調 查 項 目	百 分 率***
炭 疽 病	6.1
蒂 腐 病	13.2
果實尚可**	27.4
果實良好	53.3

* 蒸熱→15℃,7 日→22℃,4 日。
** 果皮轉色不良，但仍可接受。
*** 抽檢 58 箱 870 個果實。

表 3.貯運溫度及後熟溫度對 8 分熟愛文芒果品質之影響。

貯運溫度→後熟溫度*	硬度（lbs）	可售率（%）**
6℃→30℃	3.5	94.4
8℃→30℃	3.6	100.0
10℃→30℃	3.6	100.0
12℃→30℃	2.6	88.0
12℃→28℃	2.6	94.0
12℃→26℃	2.9	100.0
12℃→24℃	4.0	94.0

* 貯運 6 日,後熟 4 日。
** 依外觀及病害評估。

表 4.溫湯處理對 8 分熟愛文芒果品質及病害之影響。

處 理	糖度（°Brix）	腐爛（%）	炭疽病（病斑數/果實）
對 照 組	12.0	37.2	9.26
55℃,5min	11.8	25.3	0.65

於 25-33℃,7 日調查，表中數字爲 150 果之平均值。

表 5.溫湯及臘處理對軟熟愛文芒果失重率及炭疽病發生之影響。

處　　理*	失重率（%）	炭疽病程度**
對照組	7.65	3.2
溫湯	8.47	1.6
溫湯→浸臘	7.13	1.5
溫湯＋臘	7.80	1.3

* 溫湯：55℃,5min；臘：福佑靈 300 倍。

** 1 為無病症，2 為病斑 10%以下，3 為 10-30%，4 為 30-50%，5 為 50%以上。

4.民國 89-93 年

由軟熟果空運作業的應用及配合溫湯處理防治炭疽病，使台灣芒果在日本已建立新形象，且因多家貿易商投入此行列，台灣芒果外銷日本在此階段已呈現快速且穩定的成長，以 89 年而言，有 101 公噸，而 93 年已近 500 公噸（圖 1），94 年預估可超過 20 萬箱，約 1,000 公噸。但為了提升競爭力，台灣芒果必需降低運銷成本及提高利潤，據此，本階段研發重點有（1）如何做好 VHT 時的溫度管理，以降低熱傷害（heat injury）？經試驗（數據未列出），VHT 時如將蒸熱室內氣溫嚴控在 51℃以下，即可降低熱害至 1%以下且能達到殺蟲要求，此條件在各蒸熱場已應用上；（2）加強溫湯處理技術及條件（表 6）；（3）海運取代空運，由於完熟的芒果有較硬熟果耐低溫的特性，因此已後熟果有進行海運的可能性，經模擬試驗，無論在到貨品質及櫥架壽命，海運和空運兩者間並無明顯差異（表 7），所以，往後應加強海運作業，以降低成本；（4）輸往日本之芒果另一項主要成本為 VHT，平均每箱（5 kg）費用需 100-120 元台幣，且因 VHT 設備有限，無法大量處理，再者，如前所述，已後熟芒果較耐低溫，所以可考慮進行冷處理檢疫，除增加作業量及方式的選擇外，未來開發紐澳及歐盟等需長程運輸的市場，可在運輸期間實施冷處理檢疫，則更能降低成本及增加出口市場。經試驗，果實蠅在 1℃以下超過 9 天，可達 100%死亡率，在大量殺蟲試驗中 1℃下 10 天亦達 100%死亡率（表 8），但若裸果進行冷處理，則有果皮褐化，果肉太軟且有酸味，此現象可加聚乙烯袋包裝得到改善（表 9），且若能在冷處理前先經 45℃,60min 或 50℃,30min 的溫湯處理（表 10），除可降低褐斑及腐爛外，果肉亦無異味。

表 6.愛文芒果溫湯處理條件（針對炭疽病）。

溫湯溫度（℃）	浸泡時間*	
	軟熟果	8 分熟果
65.0	10-20 秒	20-40 秒
62.5	30 秒-1 分	30 秒-1 分
60.0	30 秒-1 分	1-3 分
57.5	3-5 分	5-10 分
55.0	3-5 分	5-15 分
52.5	5-20 分	15-20 分
50.0	20-50 分	30-40 分

* 指具殺菌效果且不會造成熱傷害之範圍。

表 7.愛文芒果模擬海運及空運後可售率之比較。

芒果產地	運輸方式*	可售率（%）				
		0	1	3	6	9**
台南	空運	100.0	100.0	97.3	81.3	58.7
	海運	100.0	100.0	98.7	84.6	57.3
屏東	空運	100.0	100.0	96.4	78.9	57.8
	海運	100.0	100.0	98.9	74.4	40.0

* 空運：30-33℃,24 小時；海運：1℃,7 日。

** 模擬運輸後，置於 25-27℃之日數。

表 8.愛文芒果軟熟果低溫殺蟲試驗。

試　驗　別*	處　　理	死亡率（%）
小量殺蟲	1℃,3 天	94.1
	1℃,5 天	80.6
	1℃,7 天	99.6
	1℃,9 天	100.0
	1℃,10 天	100.0
	1℃,11 天	100.0
	1℃,12 天	100.0
大量殺蟲	對照	4.5
	1℃,10 天	100.0

* 小量殺蟲：每處理 2,000 顆卵；大量殺蟲：接 20,000 顆卵。

表 9.各種前處理對軟熟芒果在 1℃下貯藏 14 日後寒害發生率之影響。

處　　理*	果頂果皮褐化率（%）	腐爛率（%）	風味及狀態
對照	100.0	20.0	太軟，酸，異味
MJ	33.3	13.3	微酸
S-ABA	53.3	6.7	正常
Wax	53.3	20.0	微酸
0.03 ㎜ PE	66.7	6.7	正常
0.06 ㎜ PE	80.0	0.0	正常
Temp. conditioning	20.0	6.7	正常

* 1℃,14 日之後置 25℃,3 日後調查。

表 10. 愛文芒果先經溫湯處理後再低溫檢疫，然後以 4℃模擬船運 5 日，於回溫後 2 日調查品質的變化。

處　　理*	果實腐爛或褐斑（%）	風味及外觀
對照組	85.7	正常
40℃,30min	53.3	正常
40℃,60min	20.0	正常
40℃,90min	40.0	異味，果色暗
45℃,30min	13.3	正常
45℃,60min	0.0	正常
45℃,90min	33.3	果色暗，有燙斑，異味
50℃,30min	0.0	正常
50℃,60min	13.3	果色暗，風味正常
50℃,90min	100.0	異味，燙斑嚴重

* 前數字為溫湯溫度，後者為浸泡時間。

未來發展

民國九十二年由農委會提出「加強農產品國際行銷方案」，經行政院核可通過，此方案以發展外銷型農業，建立台灣農業國際品牌，進而增加出口，提高農民收益為目標。其中，水果中更選定芒果為旗艦產品，無疑地此方案為芒果產業注入一針強心劑，再者，93 年韓國開放台灣芒果進口，94 年將開放紐西蘭市場，皆使芒果產業呈現欣欣向榮的景觀，但在未來吾等仍擔憂：（1）國際市場及消費行為已普遍重視健康、安全及永續經營，針對此潮流，台灣芒果做好準備了沒有？（2）過去台灣農產，如香蕉、蘆筍、毛豆、洋菇、鳳梨、柑桔等皆有亮麗的出口記錄，但常曇花一現般消褪，原因雖複雜，但垂直的整合及橫向的合作精神，應是最核心的問題，因此在芒果如旭日般上升時，仍需提醒所有相關單位人員，需思考如何整合及合作使芒果產業得以永續經營。

Postharvest Operations of Mango Fruits for Exporting in Taiwan

Ching-Chang Shiesh, Shu-Man Hsueh
Associate Professor and Research Assistant, respectively,
Department of Horticulture, National Chung-Hsing University

Summary

A brief description is given of prospects for market in Japan, technological improvement, and total export of mango from Taiwan. Packhouse and procedures are outlined, including maturity index, vapor heat treatment, cold treatment for quarantine, hot-water dipping, and sea shipment. In addition, a review is given of current postharvest research on mango destined for sea export, including fruit-maturity studies, postharvest disease control, storage temperature of ripen mango fruit, and cold treatment for ripen fruit to disinfest fruit flies.

Key words：Irwin mango, exporting, heat and cold treatment, storage temperature

番石榴果實之貯運技術

林慧玲[1] 黃瑞華[2] 王自存[3]

國立中興大學園藝學系副教授、通訊作者[1]，國立中興大學園藝學系研究生[2]，
國立台灣大學園藝學系副教授[3]

摘 要

本試驗調查低溫貯藏對番石榴果實品質之影響，品種包括‘水晶拔’、‘珍珠拔’、‘梨仔拔’、‘世紀拔’等。除‘水晶拔’、‘珍珠拔’外，貯藏於 1℃及 5℃下 14-21 日後，在移至 25℃下 3 日後，表現出嚴重寒害徵狀，而其餘供試品種貯存於 1℃及 5℃下 7-21 日後，在移至 20-25℃下 3-4 日，就有寒害症狀出現，寒害症狀表現因品種而異：‘水晶拔’在果皮出現褐化症狀；‘珍珠拔’則表現果皮褐化及果心呈水浸狀之病徵；‘世紀拔’則先出現果肉褐化現象，其次果皮褐化；‘泰國拔’在高濕下亦先出現果肉褐化症狀，而貯藏末期(1℃, 21 日)才有果皮褐化症狀。‘梨仔拔’的寒害症狀計有果實無法正常後熟、果肉褐化及果心呈水浸狀等；整體而言，番石榴耐寒性由高而低依序為‘水晶拔’、‘珍珠拔’、‘泰國拔’、‘世紀拔’及‘梨仔拔’。低溫貯藏時，果實在 PE 袋包裝及加濕下可延緩果皮皺縮情況及果皮褐化之表現。最適貯藏溫度為 5-10℃貯藏壽命平均為 14-21 天。番石榴‘水晶拔’、‘珍珠拔’等品種可利用 1℃ 15 天進行低溫檢疫並以 1、5、10℃低溫貨櫃船運具 7 至 14 天之貯運壽命，但櫥架販售需維持 5 或 10℃低溫下可維持較佳之品質。

關鍵字：後熟、更年性、寒害

前 言

番石榴果實富含膳食纖維及維生素 C，植株栽植後至結果期所需時期短，且配合修剪，已可週年生產，故能穩定供應內外銷市場所需。番石榴果實有些品種屬更年型果實如梨仔拔、白拔、中山月拔等，而目前大面積栽種之經濟栽培種如泰國拔、世紀拔、珍珠拔及水晶拔則屬非更年型果實，採收後之後熟行為及成份變化栽培種間有明顯差異，因此貯運技術亦有所不同，更年型果實主要劣變為乙烯造成快速黃化、軟化、腐爛，而非更年型則主要劣變為失水、果皮褐化、軟化及腐爛。民國 92 年出口量達 1,132 公噸，出口總值 1,800 萬元，根據農委會「加強農產品國際行銷方案具有市場發展潛力產品績效預估」顯示，番石榴目標市場包括香港、加拿大、新加坡、中國大陸、日本、英國及土耳其，九十二年出口量達 1,000 公噸，出口值為 15,900,000 元。本文擬針對台灣主要栽培種番石榴採收後果實生理變化及最適貯藏環境及貯運壽命並建立外銷貯運流程，評估外銷潛力及目標國，期能提升我國番實榴果實在國際市場之競爭力，增進農民收益。

內 容

珍珠拔

一、採收後果實生理之變化

果肉細緻糖度高並具有特殊甘味香氣，因此，栽培面積逐年增加，但其主要缺點為果肉易鬆軟而喪失脆度影響口感，而影響市場價格(圖 1、圖 2)。珍珠拔果實硬

註：本文主要內容來自第 1 作者博士論文及第 2 作者碩士論文部分資料。

度較世紀拔及泰國拔低，質地較鬆軟，果皮葉綠素含量較其它品種低，但後熟其間內成分變化不大。糖度及澱粉採收後無明顯之變化，可溶性糖、果糖、葡萄糖、蔗糖之變化趨勢相似，在採收後 6-13 日有上升之情形(圖 3、圖 4)。

珍珠拔爲非更年型果實，採收後呼吸率維持 10~20ml/kg.hr，並無呼吸高峰之表現，乙烯生成速率及 ACC 含量亦低，經由丙烯檢測果實之乙烯自動催化作用，顯示珍珠拔果實具非更年型果實之生理特性(圖 5、圖 6、圖 7、表 1)。

二、最適貯藏條件

珍珠拔最適貯藏溫度爲 5℃可貯藏 20~27 天(圖 8、圖 9)，果實仍具商品價值，但貯藏壽命與果實品質及生產季節有關，冬季果糖度高較耐低溫，貯藏壽命及品質較佳。

三、寒害病徵及採收後損耗

寒害症狀主要發生低溫冷藏於回常溫後，因此若櫥架管理仍能維持較低之溫度，可減緩寒害症狀之發展。寒害主要症狀爲果皮褐化、果肉維管束褐化及果心水浸狀(圖 10、圖 11)。損耗之主要因子爲失水及果實擦壓傷。

四、果實外銷潛力評估

外銷低溫檢疫對品質之影響：低溫檢疫 1℃15 日，再模擬船運溫度 1、5、10℃ 7 日，果實皆可維持脆綠之外觀，其中以冬果較耐寒，珍珠拔果實是具外銷潛力之品種(表 2)。珍珠拔春果於 4 月及 5 月份採收，利用 PE(0.03mm)逐果扭結包裝，置於 1℃下 15 天之低溫檢疫條件下，再模擬船運溫度 1℃及 6℃ 7 天果實仍具良好品質，調查至 14 天仍具販售品質。

經濟效益：由於珍珠拔屬於大型果，其品質受生長季節及肥培管理之影響頗大，糖度較高之果實貯藏壽命及耐寒力較佳，珍珠拔果實糖度較其它經濟品種高，建立內外銷採後處理流程及加強果實保鮮技術，可提升國際之競爭潛力，增進收益。

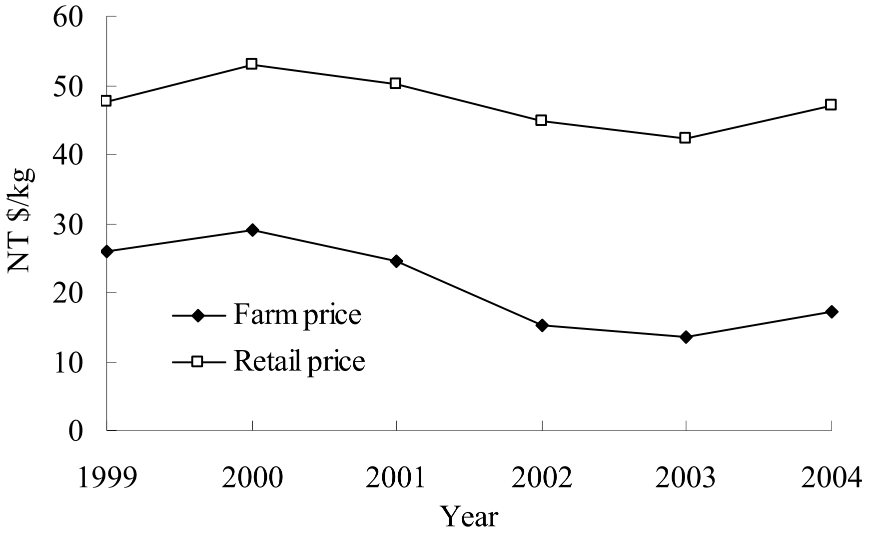


圖 1. '珍珠拔'近年來產地及零售價格之變動

Fig1. The fluctuation on farm price and retail price of 'Jen-Ju Bar' since 1999 to 2004 year.

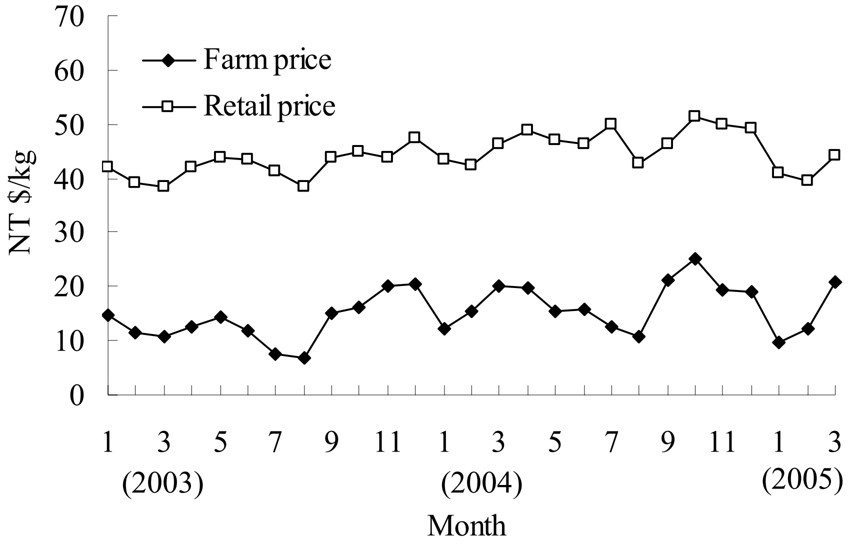


圖 2. ‘珍珠拔’2003-2005 年產地及零售價格之月變動
Fig2. The fluctuation on monthly farm price and retail price of ‘Jen-Ju Bar’ since 2003 to 2005 year.

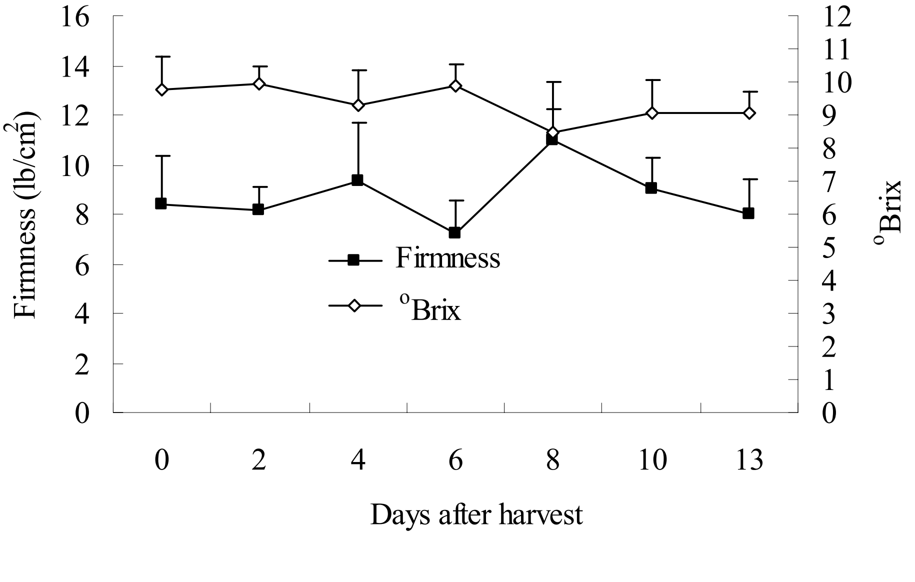


圖 3. ‘珍珠拔’後熟過程中果實硬度及糖度之變化
Fig.3. Changes in firmness and total soluble solid (˚Brix) of ‘Jen-Ju Bar’ fruits during ripening.

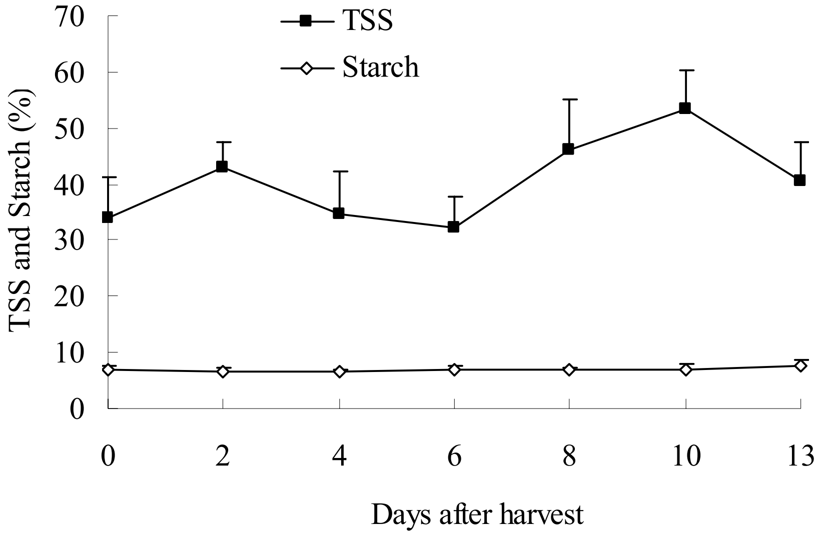


圖 4. ‘珍珠拔’後熟過程可溶性糖及澱粉之變化

Fig.4. Changes in total soluble sugar (TSS) and starch of ‘Jen-Ju Bar’ fruits during ripening.

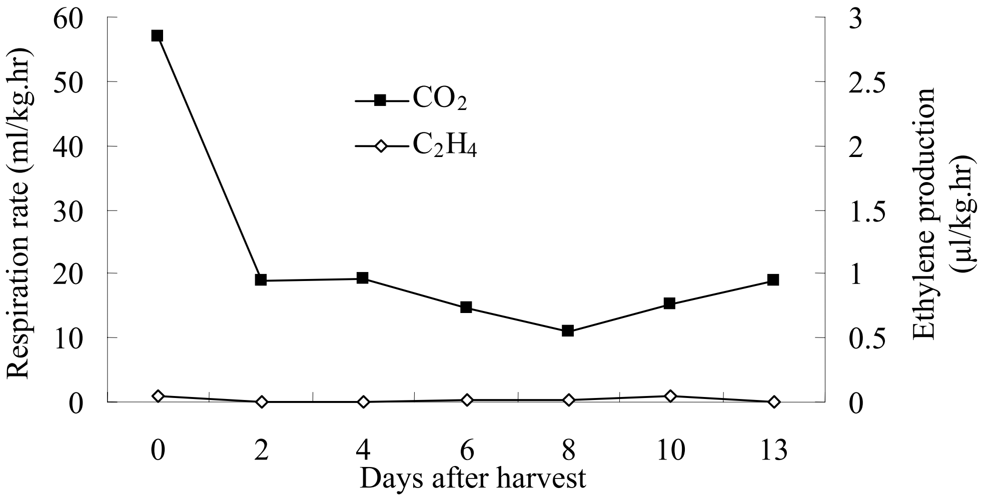


圖 5. ‘珍珠拔’後熟過程中呼吸速率及乙烯生成速率之變化

Fig.5. Changes in ethylene production and respiratory of ‘Jen-Ju Bar’ fruits during ripening.

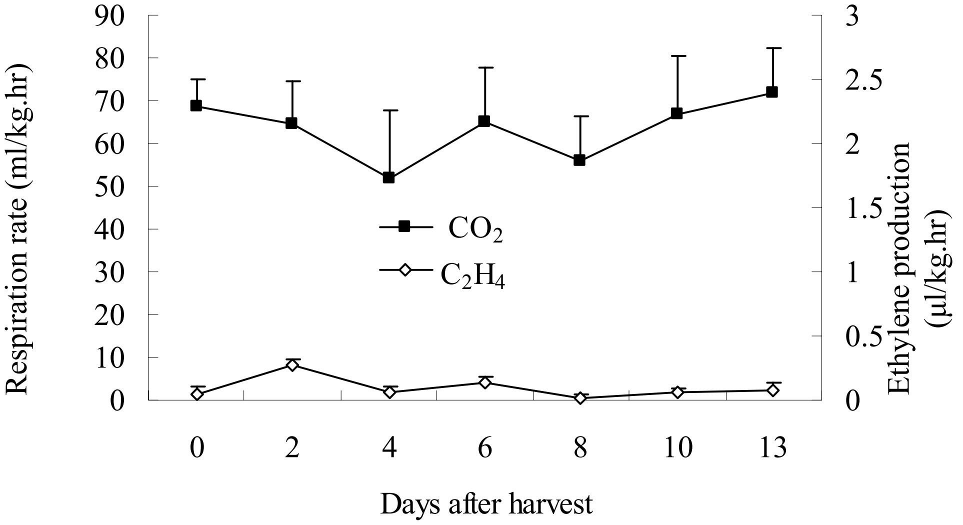


圖 6. ‘珍珠拔’後熟過程中果肉呼吸率及乙烯生成速率之變化

Fig.6. Changes in ethylene production and respiratory of pulp of ‘Jen-Ju Bar’ fruits during ripening.

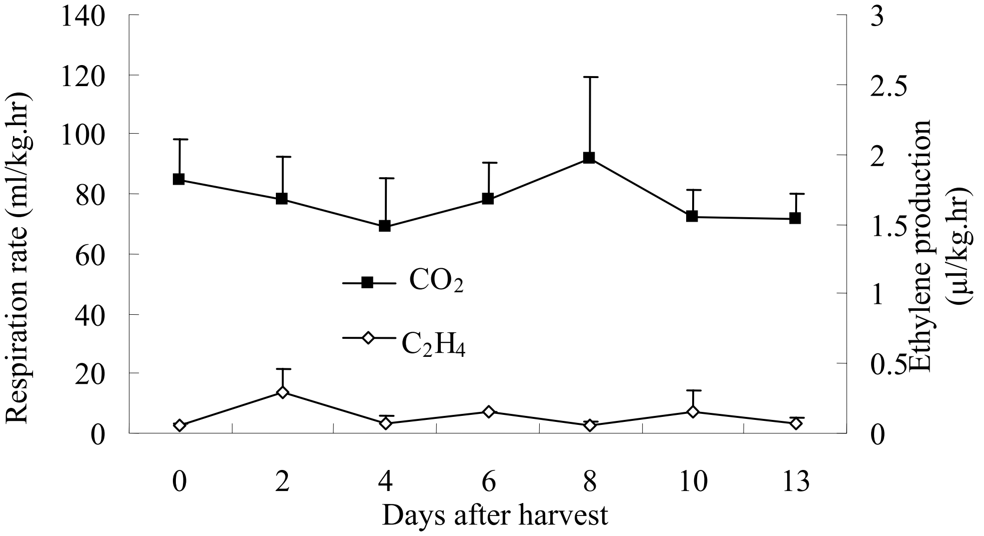


圖 7. ‘珍珠拔’後熟過程中果心呼吸率及乙烯生成速率之變化

Fig.7. Changes in ethylene production and respiratory of core of ‘Jen-Ju Bar’ fruits during ripening.

表 1. ‘珍珠拔’果實丙烯處理後 ACC、EFE 及 C_2H_4 生成速率之變化

Table1. Changes in 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) content, ACC oxidase (ACO) and ethylene production of ‘Jen-Ju Bar’fruit treated with 750ppm propylene.

Treatments	Ethylene production (μl/kg.hr)	ACO activity (nl/g.hr)	ACC content (nmole/g)
Control	0 b	4.74 c	0.30 a
750 ppm propylene, 12hr	0.015 b	2.55 d	0.28 a
750 ppm propylene, 24hr	0.021 a	8.19 b	0.27 a
750 ppm propylene, 48hr	0.013 ab	12.03 a	0.25 a

*‘珍珠拔’果實以 750 ppm 丙烯分別處理 12~48 小時，放置 20℃ RH100%下於處理後第 5 天測定其 ACC、ACO 及 C_2H_4 之變化

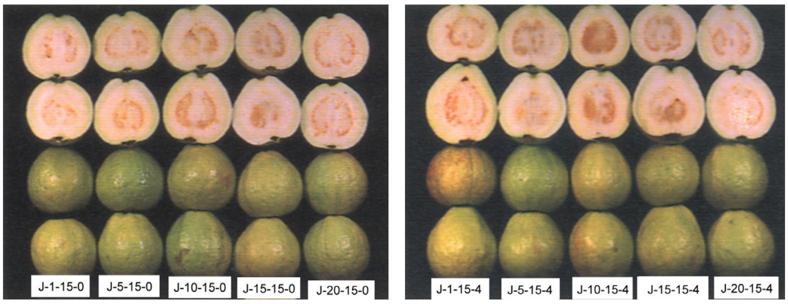


圖 8. ‘珍珠拔’果實在不同溫度下貯藏 15 日(左)再移至 20℃ 4 日(右)之果實外觀

Fig.8. The appearance of ‘Jen-Ju Bar’ guava fruits stored at various temperatures for 15 days and then set at 20℃ for 4 days.

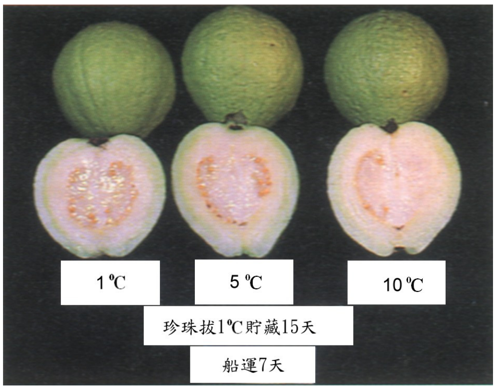


圖 9. ‘珍珠拔’在 1℃下貯藏 15 日再置於 1、5、10℃下 7 日模擬船運後之果實外觀。

Fig.9. The appearance of ‘Shui-Jing Bar’ guava fruits after cold quarantine treatment (1℃, 15days) and storage at 1, 5 and 10℃ for 7 days.

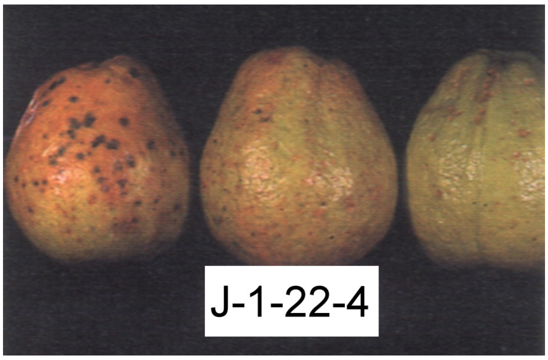


圖 10. ‘珍珠拔’在 1℃下貯藏 22 日再貯存於 20℃ 4 日，果皮褐化情形
Fig.10. The appearance of ‘Jen-Ju Bar’ guava fruits stored at 1℃ for 22 days and then set at 20℃ for 4 days.

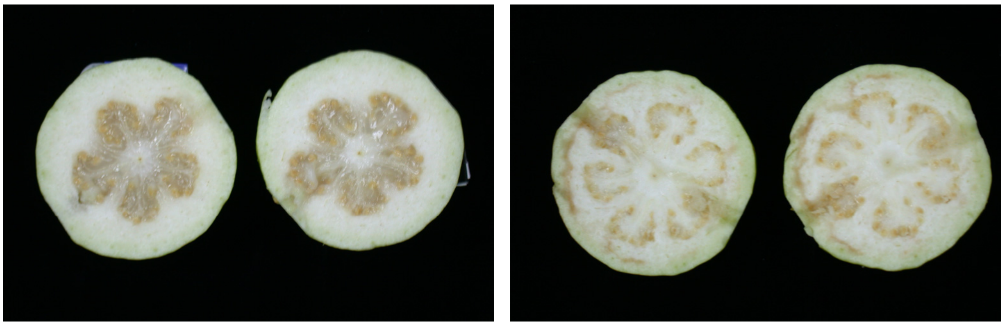


圖 11. ‘珍珠拔’果實(夏果)在 1℃下貯藏 15 日後的寒害發生情形，左爲果心褐化，右爲維管束褐化症狀
Fig.11. The chilling injury of ‘Jen-Ju Bar’ guava fruits stored at 1℃ for 15 days, left graph is core browning and right graph is vascular browning.

表 2 ‘珍珠拔’果實低溫檢疫處理及運輸溫度對品質之影響
Table2. Effects of cold treatment and transport temperature on the quality of‘Jen-Ju Bar’fruit.

Treatments	Firmness	TSS [y]	Peel color		
	(lb/cm2)	(oBrix)	L	a	b
Control [z]	15.9±2.6	9.4±0.9	66.3±2.7	-10.7±0.2	38.5±1.0
1℃, 15days	14.0±2.9	8.3±1.0	67.0±2.1	-9.3±0.6	39.5±0.6
1℃, 15days→1℃, 7days	13.0±1.7	9.2±1.1	67.0±2.2	-9.3±1.3	37.6±0.9
1℃, 15days→5℃, 7days	12.8±1.3	9.9±1.1	66.1±1.6	-8.7±0.5	39.5±1.3
1℃, 15days→10℃, 7days	12.5±1.9	9.9±0.8	67.7±2.8	-6.8±1.1	38.9±0.9

[z] The fruit were determined before cold treatment.
[y] TSS: total soluble solid.

水晶拔

一、採收後果實生理之變化

‘水晶拔’為近幾年來栽培的新品種，糖度高，種子少，品質佳，採收後果皮顏色並沒有明顯之改變，乙烯及呼吸率並無明顯之變化，且維持在較低之狀態(圖 12)，但一旦出現炭疽病斑時亦引發呼吸率及乙烯上升。果實 ACC(圖 13)及 ACC oxidase 活性低，是屬於非更年型之果實。

二、最適貯藏條件

果實低溫貯藏至 2 週時，20℃貯藏處理之果實已出現黑色之炭疽病斑，而 1、5、10 和 15℃貯藏果實仍正常。‘水晶拔’貯藏至 3 週時，15℃貯藏者亦有炭疽病發生，而延至 4 週，10℃及 10℃以下溫度貯藏者皆無炭疽病。水晶拔’在 5 至 10℃下約有 2 至 3 週的貯存壽命，並需在低溫櫥架下販售可保持果實品質。

三、寒害病徵及採收後損耗

果實寒害症狀主要為果皮表面褐化，貯藏 3 週時除 15℃出現炭疽病斑外，1℃和 5℃、10℃仍保持綠色，而回溫至 25℃ 3 日，1℃和 5℃表現出嚴重寒害徵狀，10℃已發生腐爛，顯示完全失去商品價值(圖 14、圖 15)。採收後主要損耗為失水及擦壓傷。

四、外銷潛力評估

果實於 1℃貯藏 14 日之低溫檢疫後除硬度稍有下降，外果實品質完好(圖 16)，再移至 1、5℃船運 7 天，保持低溫可延長櫥架壽命，是極具外銷潛力之品種。

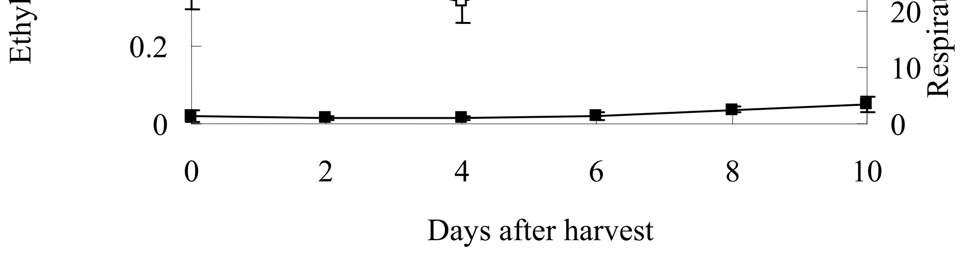


圖 12. ‘水晶拔’後熟過程中呼吸速率及乙烯生成速率之變化

Fig.12. Changes in ethylene production and respiratory of ‘Shui-Jing Bar’ fruits during ripening at 25℃.

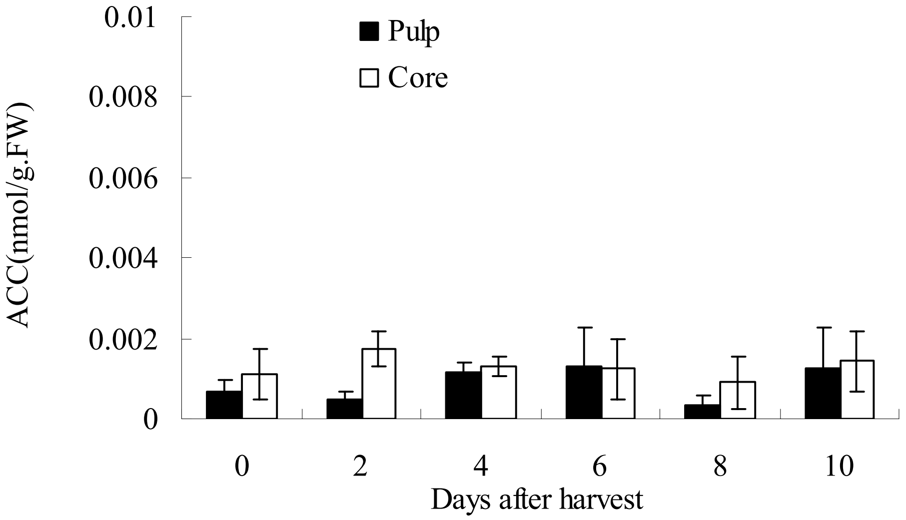


圖 13.‘水晶拔’後熟過程中果肉及果心 ACC 含量之變化
Fig.13. Changes in 1-aminocyalopropane-1-carboxylic acid (ACC) content of core and pulp in ‘Shui-Jing Bar’ fruits during ripening at 25℃.

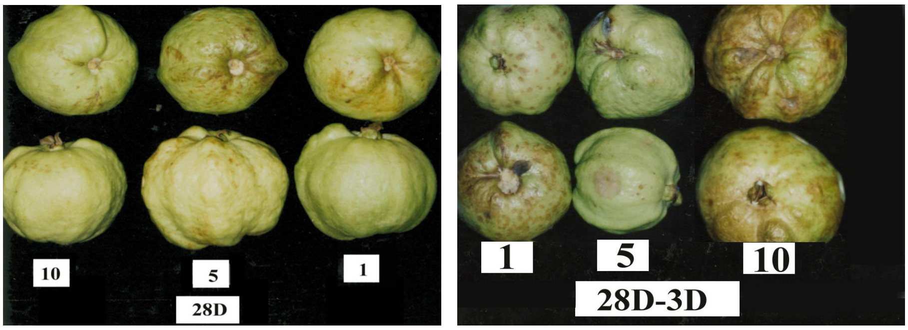


圖 14.‘水晶拔’果實在不同溫度下貯藏四週(左)及移至 25℃ 3 日(右)之果實外觀
Fig.14. The appearance of ‘Shiu-Jing Bar’ guava fruits stored at various temperatures for 4 weeks and then set at 25℃ for 3 days.

圖 15.‘水晶拔’寒害症狀及果實炭疽病
Fig.1. The chilling injury and anthrax symptom of ‘Shiu-Jing Bar’ guava fruits.

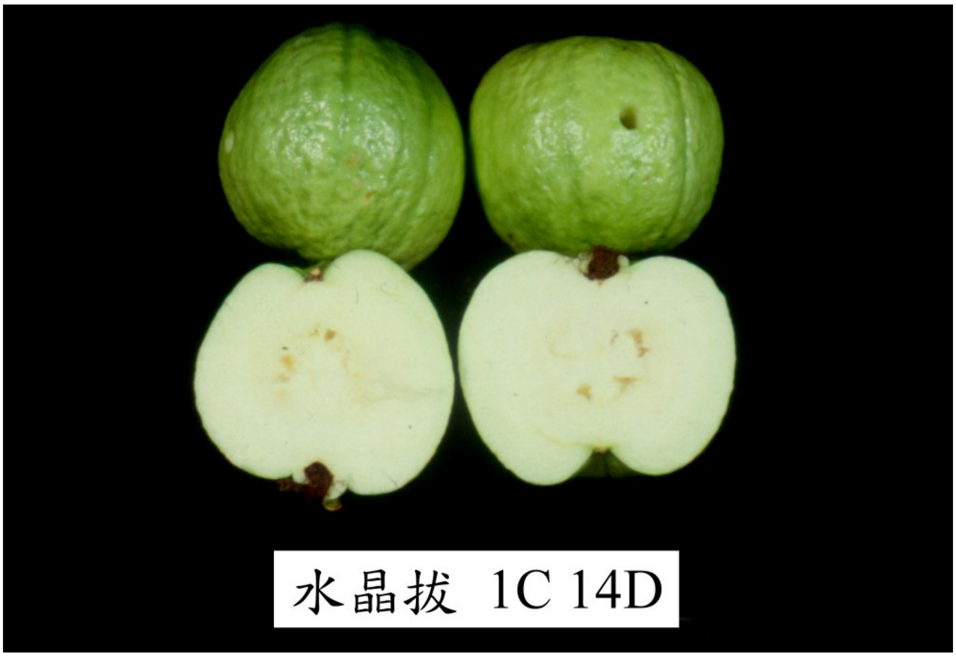


圖 16. '水晶拔'1℃低溫檢疫 14 日果實品質良好
Fig.16. The appearance of 'Shui-Jing Bar' guava fruits after cold quarantine treatment (1℃, 14days).

世紀拔

一、採收後果實生理變化

'世紀拔'爲非更年性果實，果實脆而無明顯後熟作用，採收後硬度及果皮顏色均無明顯之變化，呼吸速率變化不大亦無高峰出現，且乙烯生成速率低 (圖 17)，ACC 含量低且後熟期間變化不大。果實成分果糖、葡萄糖、蔗糖及澱粉在後熟期間亦無顯著之變動，每日失重約 3~4%。近年來產地及零售價格變動不大，維持平穩狀態(圖 16、圖 19)，售價低於珍珠拔。

二、最適貯藏條件

1℃~20℃溫度下貯藏具有 7 日之貯藏壽命，5℃下可貯藏 14 日，10℃下可貯藏 21 日，若配合 PE 袋包裝品質較佳，不易發生寒害(圖 20)。

三、寒害症狀及採後之損耗

世紀拔寒害症狀於低溫冷藏(1℃, 5℃)回溫後表現(圖 21、圖 22)，以果肉褐化爲主要病徵，果皮褐化較不明顯。採後損耗主要因子爲果實擦壓傷、失水及貯藏期間炭疽病發生之腐損。

四、外銷潛力評估

世紀拔較珍珠拔不耐低溫，1℃及 5℃下貯藏 14 日回溫後發生寒害症狀，因此，無法通過低溫檢疫條件，但其果實硬而脆之口感優於珍珠拔，因此，可外銷至不必檢疫之國家如加拿大與新加坡等國家。運輸溫度 5~10℃並以 PE 袋包裝，在低溫櫥架下販售，可維持較佳品質。

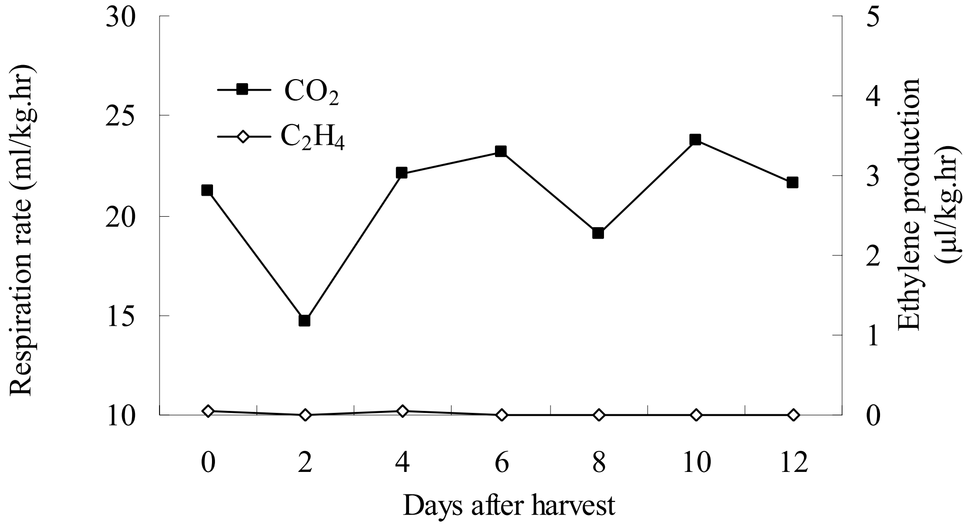


圖 17. '世紀拔'後熟過程中呼吸速率及乙烯生成速率之變化
Fig.17. Changes in ethylene production and respiratory of 'Shyh-Jii Bar' fruits during ripening.

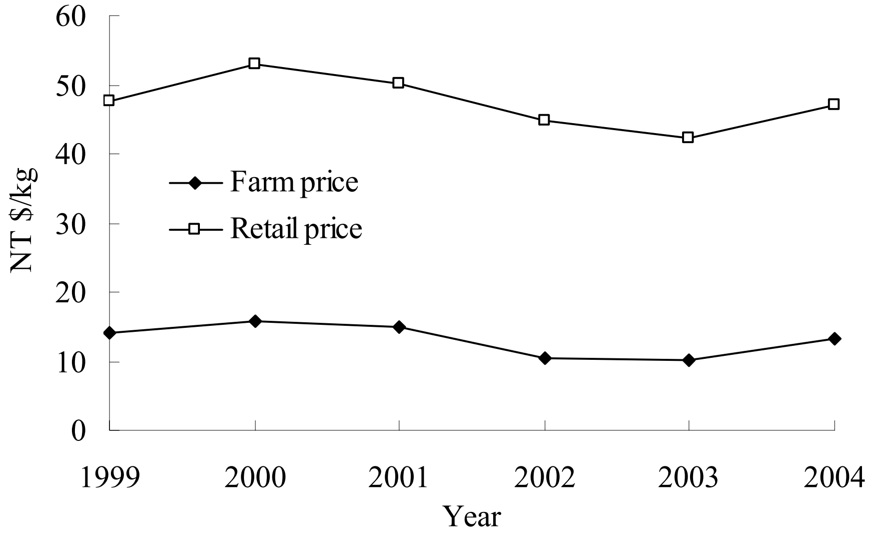


圖 18. '世紀拔'近年來產地及零售價格之變動
Fig.18. The fluctuation on farm price and retail price of 'Shyh-Jii Bar' since 1999 to 2004 year.

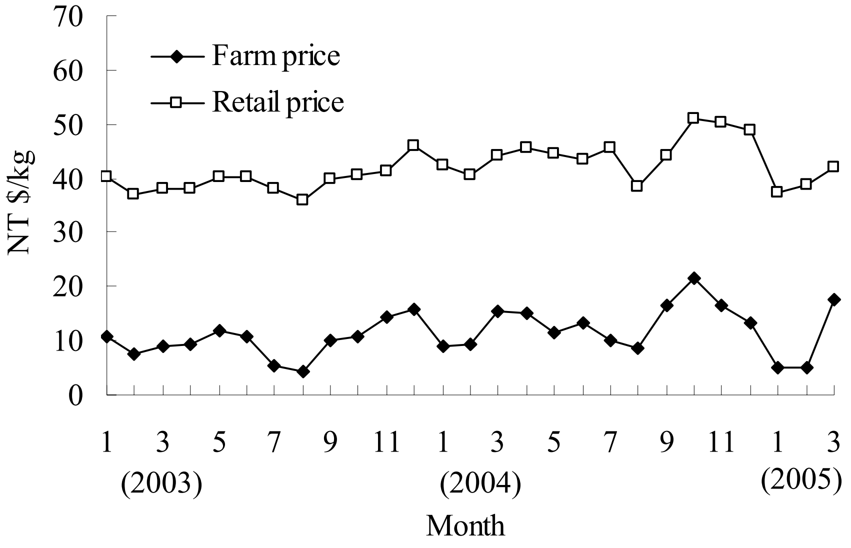


圖 19.‘世紀拔’2003-2005 年產地及零售價格之月變動
Fig.19. The fluctuation on monthly farm price and retail price of ‘Shyh-Jii Bar’ since 2003 to 2005 year.

圖 20.‘世紀拔’以裸果、PE 袋包裝及加濕處理後置於 1℃ 14 日之後的果實外觀
Fig.20. The appearance of ‘Shyh-Jii Bar’ guava fruits with PE bag package, PE bag package with high humidity air and unpacked after storage at 1℃ for 14 days.

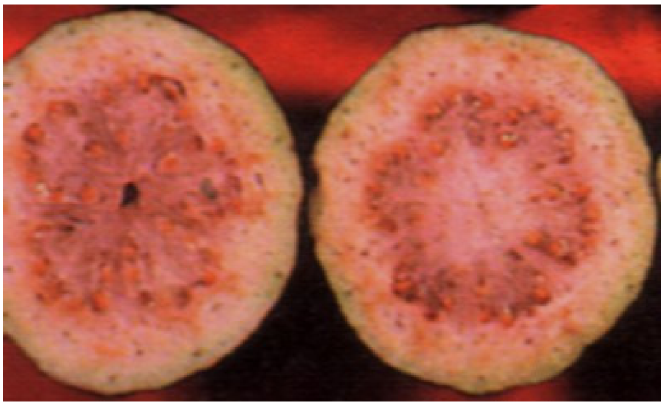


圖 21. ‘世紀拔’寒害症狀
Fig.21. The chilling injury symptom of ‘Shyh-Jii Bar’ guava fruits was pulp browning.

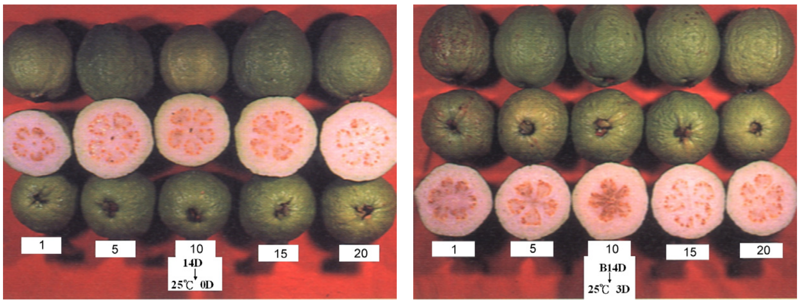


圖 22. ‘世紀拔’貯藏在 1~20℃下貯藏 14 日，再移至 20℃3 日果實之外觀
Fig.22. The appearance of ‘Shiu-Jing Bar’ guava fruits stored at various temperatures for 14 days and then set at 20℃ for 3 days.

泰國拔

一、採收後果實生理變化

‘泰國拔’爲非更年性果實，其果肉質地較‘世紀拔’及‘珍珠拔’硬，近年來，栽培面積因果實品質較差而逐漸下降，價格亦逐年下降(圖 23、圖 24)。呼吸率及乙烯生成在後熟期間變化不大(圖 25)。

二、最適貯藏條件

‘泰國拔’在 1~20℃下高濕貯存具有 7 日之壽命，1℃及 5℃貯藏 21 日發生輕微寒害，10℃則有嚴重腐爛，‘泰國拔’之貯藏溫度以 10℃較佳，具 14 日之壽命(圖 26)。

三、寒害病徵及採後損耗

‘泰國拔’較‘世紀拔’耐低溫，寒害症狀亦較輕微，主要症狀爲果肉褐化及出現水浸狀，此症狀在 5℃以下溫度即可能發生，回溫後顯現病徵(圖 27)。

四、外銷潛力評估

'泰國拔'果型大、果肉質地粗、糖度低，但較'世紀拔'耐低溫，5℃以下溫度即發生寒害，由於果實品質不佳，口感粗硬，市場接受率低，此品種不具外銷潛力。

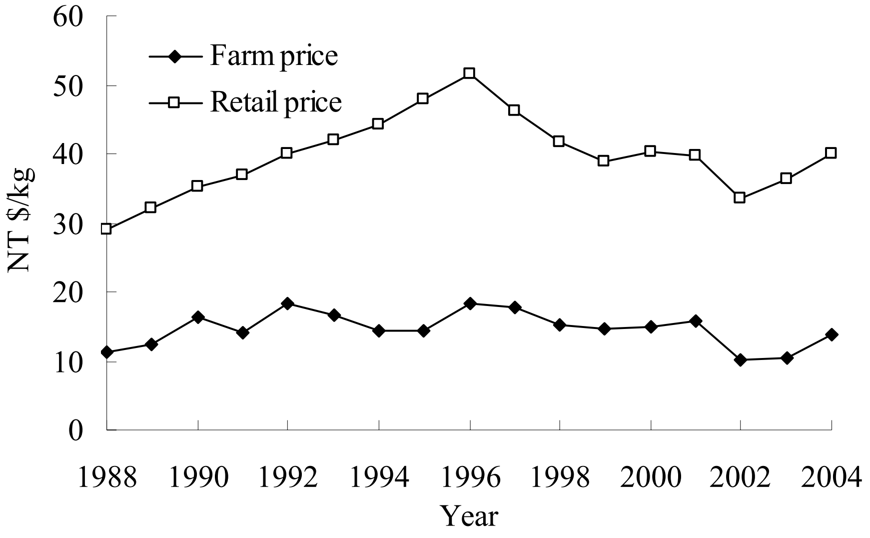


圖 23. '泰國拔'近十五年來產地及零售價格之變動

Fig.23. The fluctuation on farm price and retail price of 'Tai-Kuo Bar' since 1988 to 2004 year.

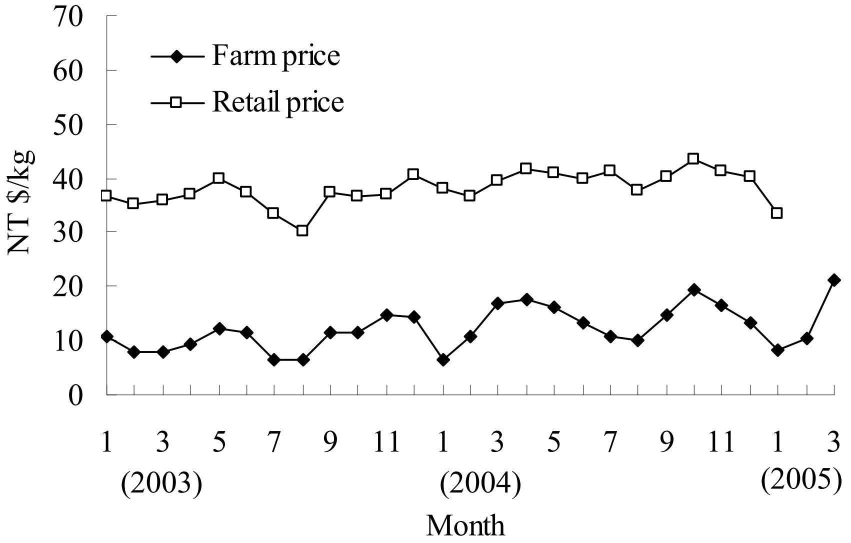


圖 24. '泰國拔'2003-2005 年產地及零售價格之月變動

Fig.24. The fluctuation on monthly farm price and retail price of 'Tai-Kuo Bar' since 2003 to 2005 year.

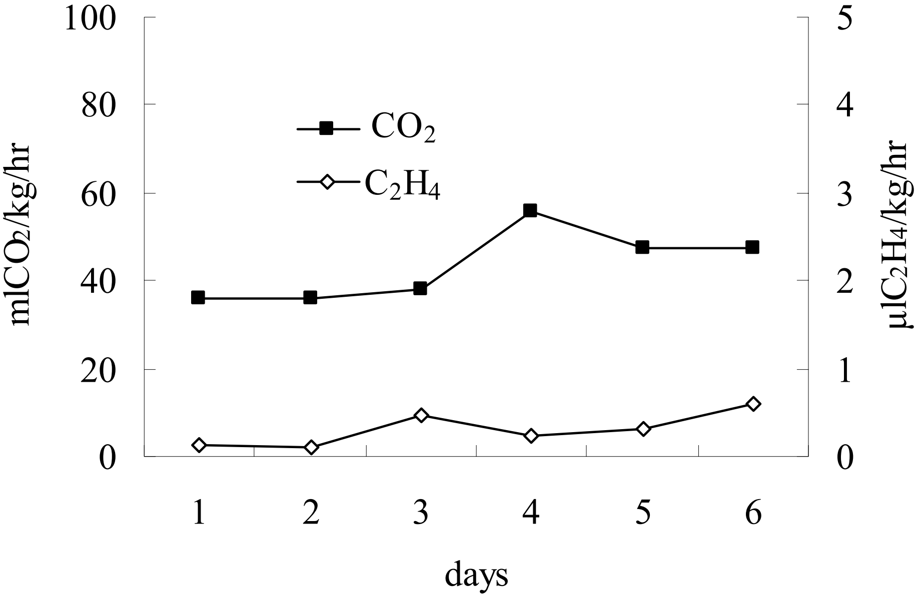


圖 25. '泰國拔'貯藏於 20±3℃下，呼吸速率及乙烯生成速率之變化
Fig.25. Changes in ethylene production and respiratory of 'Tai-Kuo Bar' fruits at 20±3℃.

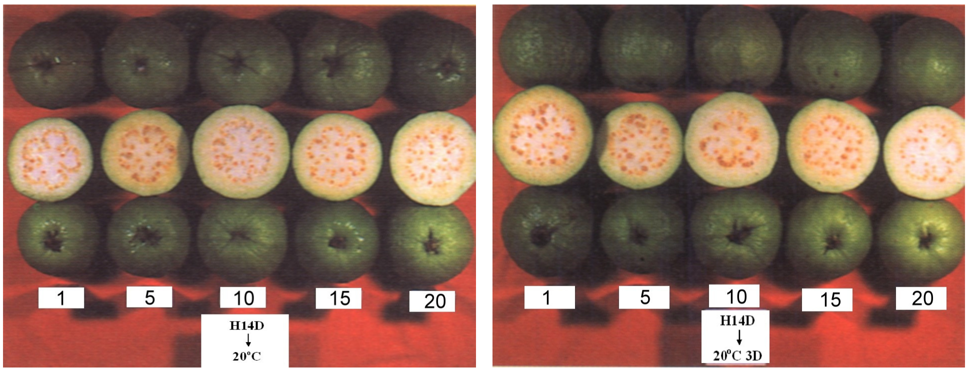


圖 26. '泰國拔'在 1~20℃下貯存 14 日(左)再移至 20℃ 3 日(右)其果實外觀(加濕)
Fig.26. The appearance of 'Tai-Kuo Bar' guava fruits stored at various temperatures for 14 days and then set at 20℃ for 3 days (adding humidity air).

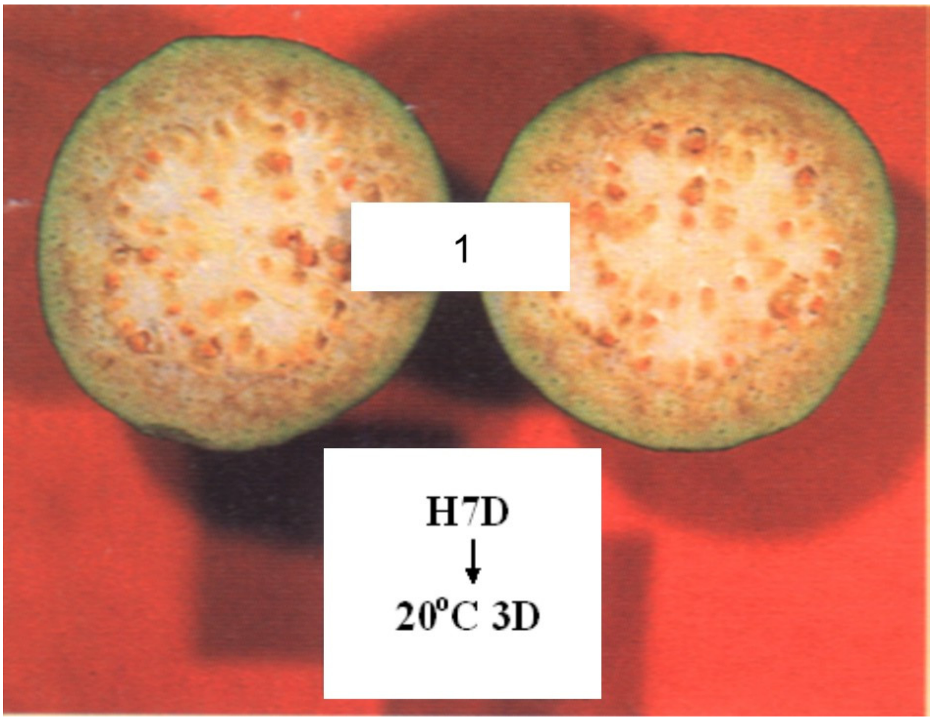


圖 27. ‘泰國拔’在加濕下於 1℃下貯存 7 日再移至 20℃下 3 日的果肉情形
Fig.27. The pulp of ‘Tai-Kuo Bar’ guava fruits stored at 1℃ for 7 days and then set at 20℃ for 3 days.

梨仔拔

一、採收後果實生理變化

‘梨仔拔’在採收後常溫下第 2 日即見軟化現象(圖 28)，果皮由綠轉黃，失重每日 4%(圖 29)，且採收後乙烯及呼吸率逐漸上升，並出現明顯之更年性高峰(圖 30)，‘梨仔拔’為典型之更年性果實。

二、最適貯藏條件

10℃下可貯藏 14 日，10℃以下會發生寒害，10℃以上易軟化腐爛，PE 包裝可減輕寒害症狀(圖 31、圖 32)。

三、寒害症狀及採收後損耗

寒害症狀包括果皮褐化、果肉褐化，並引起後熟障礙(圖 33、圖 34)，果皮回溫後呈水浸狀，PE 包裝可改善寒害之發生。

四、外銷潛力之評估

‘梨仔拔’為更年性果實，乙烯產生量高，果實在常溫下易軟化腐爛，不耐運輸，低溫(＜10℃)亦引起寒害而影響品質，雖此品種香氣佳，但不耐貯運，因此不具外銷潛力。利用 1-MCP 乙烯作用抑制劑，可使果實在常溫下保持脆綠不易軟化，而增加貯運壽命，減少損耗(圖 35)。

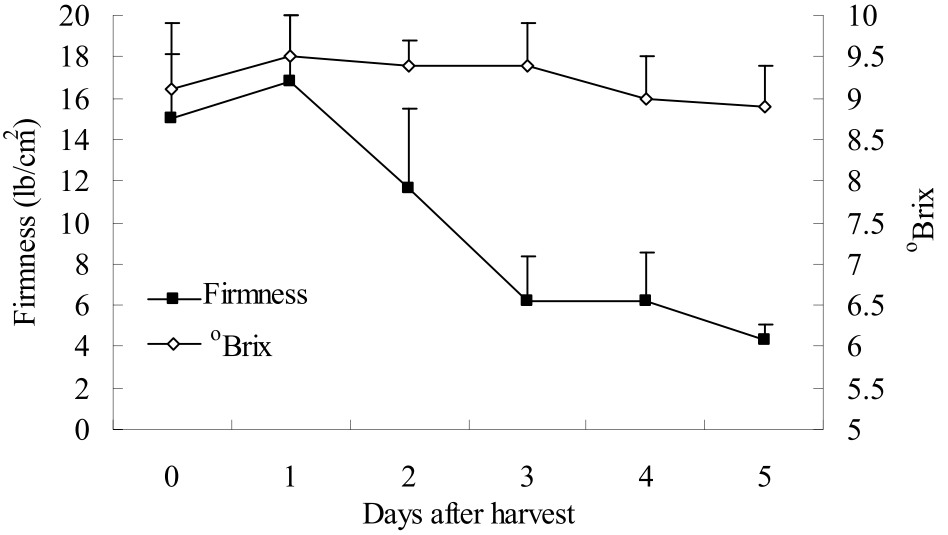


圖 28. '梨仔拔'果實後熟過程中可溶性固形物及硬度之變化
Fig.28. Changes in firmness and total soluble solid (°Brix) of 'Li-Tzy Bar' fruits after harvest at 20℃.

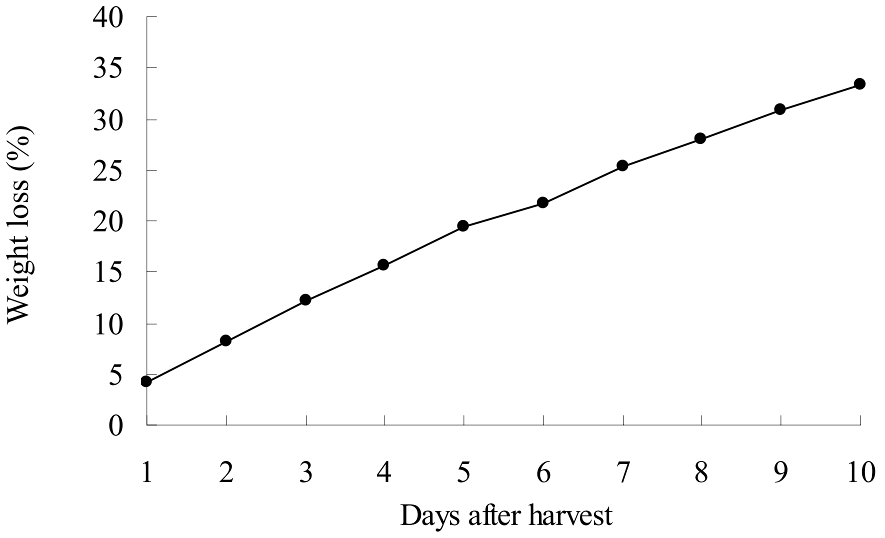


圖 29. '梨仔拔'後熟過程中果實失重百分比
Fig.29. The loss of weight of 'Li-Tzy Bar' fruits during ripening.

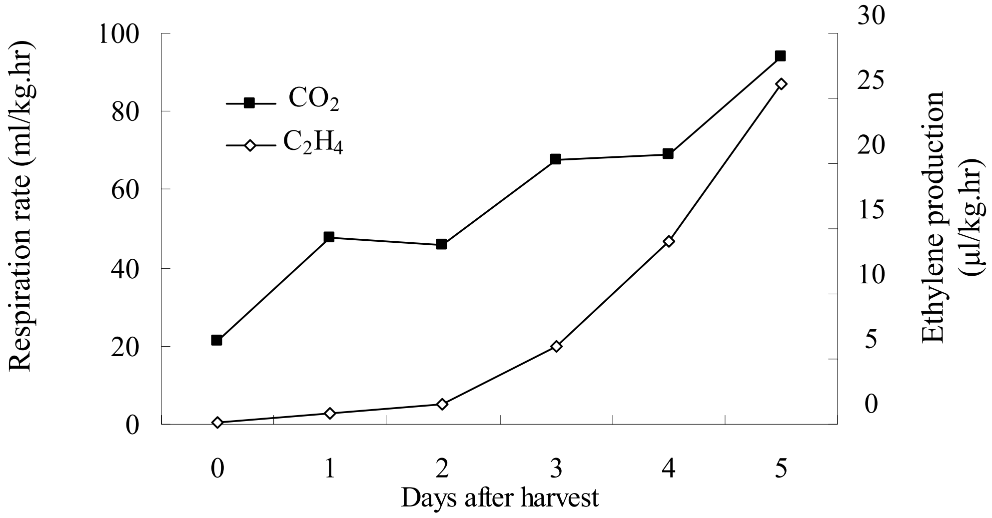


圖 30. '梨仔拔'後熟過程中呼吸速率及乙烯生成速率之變化

Fig.30. Changes in ethylene production and respiratory of 'Li-Tzy Bar' fruits during ripening.

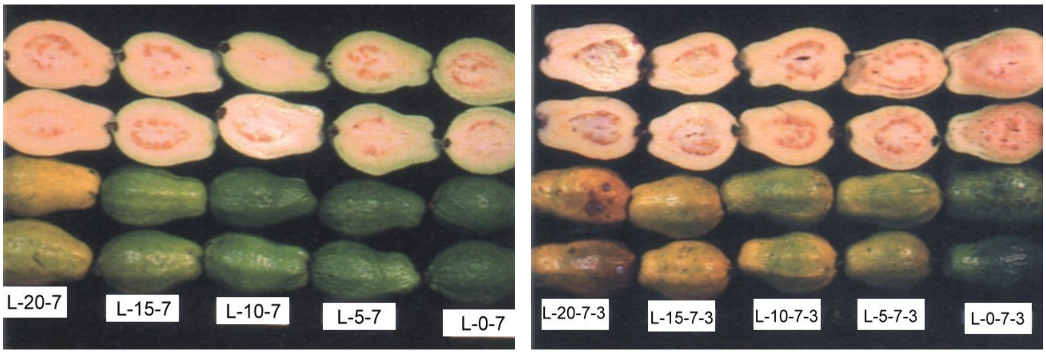


圖 31. '梨仔拔'在不同溫度下貯藏 7 日後(左)再移至 20℃ 3 日(右)之果實外觀

Fig.31. The appearance of 'Li-Tzy Bar' guava fruits stored at various temperatures for 7 days (Left) and then set at 20℃ for 3 days (Right).

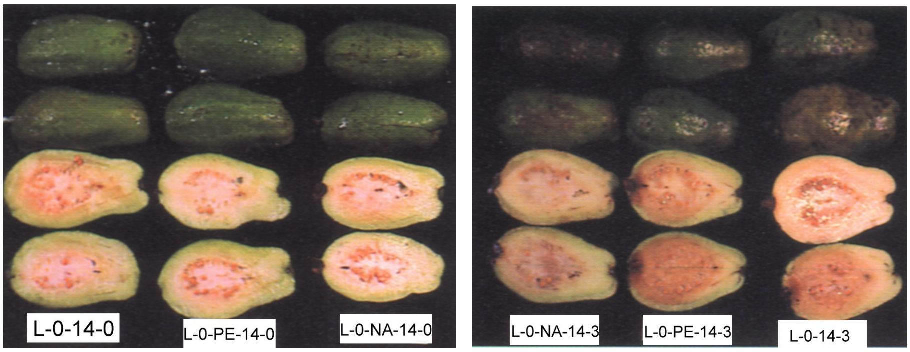


圖 32. ‘梨仔拔’以 PE 袋包裝，加濕及裸果處理並貯於 0℃下 14 日(左)，再移至 20℃ 3 日 (右)之果實外觀

Fig.32. The appearance of ‘Li-Tzy Bar’ guava fruits with PE bag package, PE bag package with high humidity air and unpacked after storage at 1℃ for 14 days (Left) and then set at 20℃ for 3 days (Right).

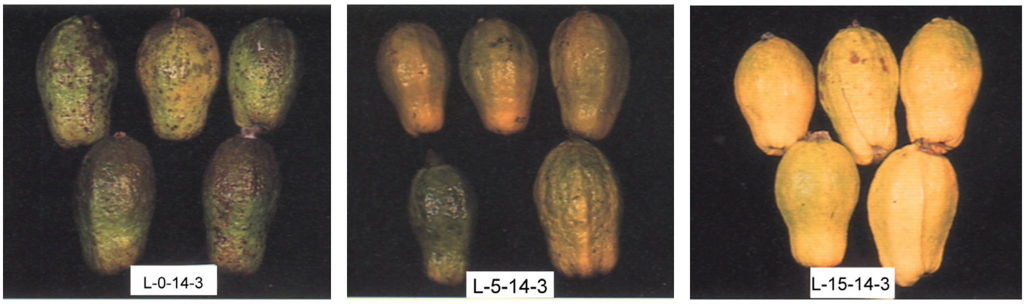


圖 33. ‘梨仔拔’貯藏在 0℃、5℃及 10℃下 14 日，再移至 20℃ 3 日後果皮之寒害症狀

Fig.33. The chilling injury symptom of ‘Tai-Kuo Bar’ guava fruits stored at 0, 5, 10℃ for 14 days and then set at 20℃ for 3 days.

圖 34. ‘梨仔拔’寒害症狀

Fig.34. The chilling injury symptom of ‘Li-Tzy Bar’ guava fruits is pulp browing.

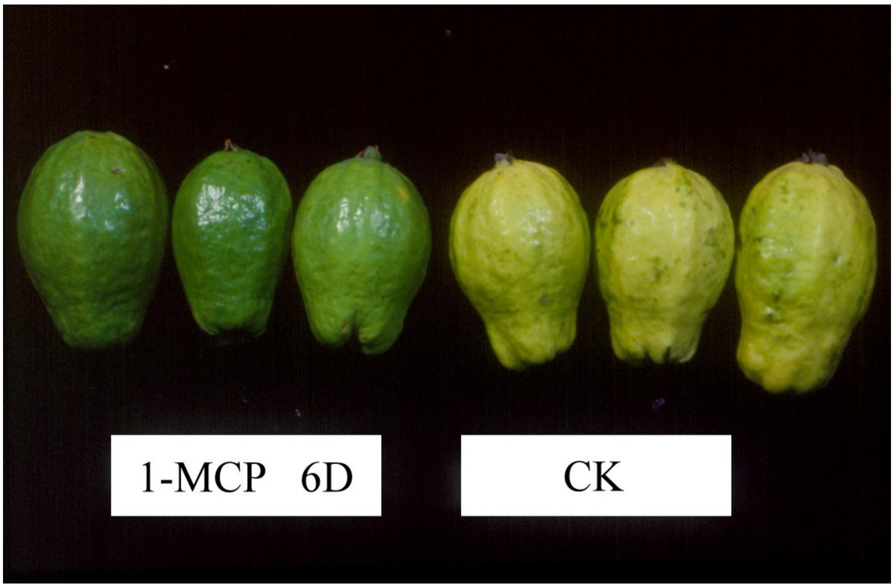


圖 35. '梨仔拔'以 1-MCP 處理並貯於室溫 6 日後之品質
Fig.35.The appearance of 'Li-Tzy Bar' guava fruits treated with 1-MCP and stored at room temperatures for 6 days.

參考文獻

1.林慧玲。1998。番石榴果實後熟生理之研究。國立台灣大學園藝學研究所博士論文 255pp。
2.洪紫馨。1996。番石榴果實的後熟生理及細胞壁水解酵素在後熟期間的變化。台灣大學園藝所碩士論文 75pp。
3.黃瑞華。2002。'水晶拔'葉片無機養分週年變化及果實後熟生理之研究。國立中興大學園藝學研究所碩士論文 101pp。
4.謝鴻業。1998。台灣番石榴品種的演進與發展。農業世界 174: 23-25。
5.謝鴻業。2000。珍珠拔與水晶拔之特性與栽培管理。高雄區農業專訊 31: 16-17。
6.顏秀芬。1986。番石榴果實呼吸型式及控制大氣組成貯藏延長其櫥架壽命之研究。台灣大學園藝所碩士論文 70pp。

Postharvest Technology of Guava (*Psidium guajava* L.) Fruits

Huey-Ling Lin[1], Ray-Haw Huang[2], and Tsu-Tsuen Wang[3]
Associate Professor, Former Graduate Student , Dept of Horticulture, National Chung Hsing University[1,2] , and Associate Professor, Dept of Horticulture, National Taiwan University,[3]

Summary

Effects of low temperature storage and heat treatment on fruit qualities of guava (Psidium guajava L.) were evaluated under controlled environmental condition. Guava cultivars, 'Li-Tzy Bar', 'Shyh-Jii Bar', 'Tai-Kuo Bar' and 'Jen-Ju Bar', were used in the experiment. Symptom of chilling injury appeared when fruits were stored at 1℃ or 5℃ for a period of 7-12 days and then placed at 20-25℃ for 3 to 4 more days. The symptoms of chilling injury were abnormal ripening, pulp browning and water-soaking core in 'Li-Tzy Bar'. In the case of 'Shyh-Jii Bar' only peel and pulp browning were observed. The water-soaking core usually became visible at the terminal stage. Pulp browning emerged at an early stage and then spreader to the peel of 'Tai-Kuo Bar' at 1℃ for 21 days. Fruit of 'Jen-Ju Bar' exhibited only brown peel as well as water-soaking core. This seemed to suggest that 'Jen-Ju Bar' was most chilling resistant, while 'Tai-Kuo Bar' was less tolerant. Cultivars such as 'Shyh-Jii Bar' and 'Li-Tzy Bar' were found most sensitive to low temperature. In the mean time, the guava fruit was individually wrapped up in a polyethylene bag under high humidity condition with a view to reducing water loss and preventing sample from shrinking.

Key words：ripening, climacteric, chilling injury

採收成熟度、貯藏溫度及一氧化碳對‘台農 17 號’鳳梨果實貯藏壽命之影響

唐佳惠[1] 林芳存[2] 呂明雄[2] 李堂察[2,3]
農業試驗所嘉義分所園藝系助理研究員[1]，
國立嘉義大學園藝學系副教授、教授及教授[2]，本文通訊作者[3]

摘 要

本試驗主要探討採收成熟度、貯藏溫度和一氧化碳對‘台農 17 號’鳳梨果實貯藏壽命之影響。若為國內市場銷售，可在 1/2 轉色成熟度時採收，並可於常溫下貯運；若為 2 ~3 週之貯運期，則成熟度應控制在 1/3 轉色較佳，其貯運溫度以 12.5 ± 2℃為宜。鳳梨果實以 3~7 %一氧化碳處理，可有效維持冠芽鮮度、果皮顏色，並可有效減少果肉劣變及延緩寒害症狀之出現。

關鍵字：鳳梨、採收成熟度、貯藏溫度、一氧化碳

前 言

鳳梨（*Ananas comosus* (L.) Merr.）在台灣栽培面積為 11,402 公頃，僅次於柑桔類果樹，年產量高達 41.6 萬公噸，盛產期集中於 4~8 月間（約佔 60~70%），栽培品種又以‘台農 17 號’為主，易導致市場產量過多而滯銷。因此，積極拓展外銷為發展此一產業首要之務。鳳梨果實的外銷，多年來均以日本為主要市場，然即使如此鄰近之市場，在包括海運時間、報通關、理貨及配送零售市場等工作天數，也至少需有 10~14 天的時間。鳳梨組織含水量多、易因搬運而擦壓傷，再加上貯運技術不佳，導致到貨品質極差，影響商業信譽甚巨，如何有效保持鳳梨果實鮮度，將是拓展外銷的重要課題。

一般熱帶水果的寒害溫度範圍被訂於 10~15℃以下 (Saltveit et al., 1990)。由於鳳梨為典型熱帶水果，對低溫敏感冷藏後易發生寒害，故國外常針對貯運適溫進行試驗。Miller 和 Heilman (1952)，最早指出鳳梨的寒害溫度介於 0~10℃；Paull 等（1985）亦曾報告指出，鳳梨貯於 12℃ 10~14 天後，在移回常溫 2 天內，果實即已因發生寒害症狀而失去商品價值。寒害症狀例如果皮轉色異常、冠芽枯萎或黃化、果肉品質劣變 (Paull et al., 1985)等。果肉品質劣變由於果肉內部褐化 (internal browning; IB) 會直接影響販售品質。因此，IB 被列為最主要的觀察項目；學者曾根據 IB 發生的程度，將之分為初期症狀及末期症狀，初期症狀係指發生於近果心基部，於果肉出現水浸狀至褐色組織，末期症狀則是指水浸狀至褐化組織已擴散至全部之果心 (Paull et al., 1985)。由於國內、外之報告，多為‘Smooth Cayenne’系 （Rohrbach, 1982 及 Paull et al., 1985）及 ‘Queen’ 系（Selvarajah et al., 2001）鳳梨果實所得之試驗結果，無法完全符合我國選育鮮食品種之實際需求，因此，有必要針對我國現有品種進行相關貯運研究，以因應鳳梨產業發展需求。本試驗之目的乃在於探討‘台農 17 號’鳳梨果實之貯藏特性，期能找出適合我國鳳梨之貯運流程及處理技術，以利外銷的拓展。

材料與方法

試驗果實取自於台南縣關廟鄉鳳梨專業生產農戶，果實採收後立即置於紙箱運回實驗

註：本研究承蒙行政院農業委員會 92 農科-1.1.2-糧-Z1 及 93 農科-1.1.2-糧-Z1 計畫經費補助，謹此致謝。This research was supported by Council of Agriculture, under project of 92 -AST-1.1.2-FAD-Z1 and 93-AST-1.1.2-FAD-Z1.

室，揀選外觀一致，無明顯碰撞傷痕或流汁之果實，保留冠芽並秤取果實重量 (做為果實原重)，分別進行各項試驗。

一、貯藏與採收成熟度對 '台農 17 號' 鳳梨果實品質之影響

果實採收成熟度分別為：全綠、果實基部 1/3 轉色、果實基部 1/2 轉色及全轉色等 4 種成熟度，秤重後直立置於紙箱中，於 25℃下進行貯藏，每處理為 1 個果實，5 重複，計 20 顆果實。果實貯藏前後進行果實鮮重及品質變化調查。

二、貯藏溫度對 '台農 17 號' 鳳梨果實品質之影響

選取成熟度為表面 1/3 轉色之果實進行試驗，秤重後直立置於紙箱中，貯藏溫度為 10℃、12.5℃、15℃、17.5℃及 20℃，並以 25℃為對照組，每處理 1 個果實，5 重複，計 30 顆果實。果實貯藏前後進行果實鮮重及品質變化之調查。

三、一氧化碳處理對 '台農 17 號' 鳳梨果實貯藏後品質之影響

試驗果實成熟度為 1/3 轉色，果實秤重後直立置於紙箱中，以 150 公升之黑色 PE 塑膠袋套袋後，分別充填添加 0%、1%、3%、5%及 7 %一氧化碳的空氣，分別置於 15℃及 25℃下貯藏，每處理 1 個果實，5 重複，計 50 顆果實。果實貯藏前後進行果實鮮重及品質變化之調查。

四、調查方法

(一)、果實外觀變化及果實劣變之調查：每日調查果實冠芽枯萎程度及果皮色澤變化 (合計為果實外觀鮮度表示)、果實異味、腐損及果肉劣變程度。各試驗項目皆以官能品評為之，各調查變化程度皆為 0-5 六個級數，依症狀發生的程度區分，但各劣變症狀發生達 1/2 面積以上 (第 3 級)，後續雖仍進行官能品評調查，但不再計入統計內。亦即，冠芽上葉片有 1/2 黃化枯萎時為第 3 級時，或果皮色澤異常達第 3 級時，即視為失去商品價值。

(二)、可溶性固形物 (Total soluble solids; TSS) 和可滴定酸 (以檸檬酸計) (Titratable acidity; TA) 含量：果實去皮後以果汁機 (國際牌，型號：MJ-C85N) 榨取果汁，以手持屈折計 (Hand refractometer) 測定，以°Brix 表示之。可滴定酸含量則取 5ml 果汁，加蒸餾水 45 ml 混合後，以默克公司出品之 0.1N 氫氧化鈉標準液滴定至 pH 8.1，並換算為檸檬酸含量 (%) 表示。

(三)、果實失重率變化：以電子天秤（jadever LAW-3015）秤取果實重量。以公克 (g) 表示。採收當日秤取之果實重量為原重，經貯藏取出後為取出日重，櫥架期間每日調查果實失重率之變化，並以（(原重－取出後重）÷原重）×100 表示。

結果與討論

一、貯藏與採收成熟度對 '台農 17 號' 鳳梨果實品質之影響

(一)、貯藏與採收成熟度對 '台農 17 號' 鳳梨果實外觀品質劣變之影響

不同採收成熟度的 '台農 17 號' 鳳梨果實，於 25℃下貯藏，其結果如表 1 所示。成熟度為全轉色之果實，貯藏 1 週後果實已開始有腐爛情形，且即使外觀仍保持正常之果實，果肉亦已開始劣變，並有異味產生。1/2 轉色之果實則品質仍正常。成熟度在 1/2 轉色以下之果實，貯藏到 2 週時，雖仍未發生腐損，外觀亦尚可，但果肉已開始劣變，且有異味產生，其中以成熟度為全綠之果實劣變最明顯，此時，果實外觀已明顯失去鮮度，呈現暗沉不明朗之色澤。貯藏至 3 週時，四種採收成熟度果實，果肉皆已嚴重劣變並產生異味。顯示，綠熟果因貯藏後有果皮轉色不良的問題，因此，商業生產不宜於此階段採收。另外，鳳梨果實採收後經運銷至消費者手中，若於常溫下 1 週內，則果實可在成熟度達 1/2 轉色

時採收，但不應等到果實全轉色時才採收。

表 1. 常溫貯藏與採收成熟度對‘台農 17 號’鳳梨果實外觀品質之影響
Table 1. Effect of storage and picking maturity on the external quality of ‘TN 17’ pineapple fruit at 25℃.

Storage (weeks)	Maturity	Externals	Off-order	Rotten
0	Mature green	0[x]	0	0
(採收當日)	1/3 colour	0	0	0
	1/2 colour	0	0	0
	Fully colour	0	0	0
1	Mature green	0	0	0
	1/3 colour	0	1	0
	1/2 colour	0	0	0
	Fully colour	0	1	1
2	Mature green	3	1	0
	1/3 colour	1	0	0
	1/2 colour	0	1	0
	Fully colour	3	1	1
3	Mature green	3	3	3
	1/3 colour	1	1	1
	1/2 colour	1	1	0
	Fully colour	3	3	1

[x] 調查以官能品評爲之，程度皆爲 0-5 六個等級，但劣變症狀發生達 1/2 面積以上 (第 3 級)，後續雖仍進行官能品評調查，唯不再計入統計內。因此，0=正常 ;1=劣變症狀開始發生; 3=劣變症狀已達喪失商品價值程度。

(二)、貯藏與採收成熟度對鳳梨果實失重率、可溶性固形物和可滴定酸含量之影響

不同採收成熟度之鳳梨果實於 25℃貯藏後，對果實失重率、可溶性固形物和可滴定酸含量之影響如表 2 所示。鳳梨果實失重率隨貯藏溫度和時間之延長而增加，且成熟度越高的果實失重率亦較高。採收時果實表面 1/2 轉色以上者，較表面轉色 1/2 以下者，其差異達顯著水準。貯藏 2 週後成熟度較高的果實，其失重率仍顯著高於較低成熟度的果實（成熟度在果實表面 1/3 以下轉色者）。至於不同採收成熟度之鳳梨果實，於 25℃下貯藏 1 週後，果實內可溶性固形物及可滴定酸含量之差異皆未達顯著水準，但成熟度爲全綠之果實有可溶性固形物含量較低的趨勢。顯示，爲避免失重率增加而減少收益，或貯運後因失重而致重量不足，影響商譽，並顧及果實可溶性固形物的含量，果實之採收成熟度不宜低於 1/3 轉色。

鳳梨果實之發育階段有三，即未成熟、成熟期及老化期 (Gortner et al., 1967)，各階段之變化包括果實之組織形成、形態上的發育到成份含量改變等，一般果實採收階段之判斷常以果皮顏色改變爲指標，以往報告常建議於果實 1/2 轉色時爲採收適期 (Smith, 1988)，然亦有報告指出，外銷用果實以半熟果較宜 (果實基部 1~2 目轉色較適合；黃, 1968)。本試驗結果顯示，貯藏期在 1 週以內時，不論採收成熟度爲何，品質皆仍能維持正常，但貯運 2 週後，成熟期爲全轉色之果實，果皮外觀已因老化而呈現出暗黃至淡褐色，果肉亦因過於成熟，而帶有令人不悅的氣味 (俗稱酒味)，因此失去商品價值。

表 2. 常溫貯藏與採收成熟度對 ‘台農 17 號’ 鳳梨果實失重率、可溶性固形物、可滴定酸含量和糖酸比之影響

Table 2. Effect of storage and picking maturity on the weight loss, total soluble solids and titratable acidity content of ‘TN 17’ pineapple fruits at 25℃.

Storage (weeks)	Maturity	Fruit weight loss (%)	TSS (°Brix)	TA (% as citric acid)	TSS / TA
0	Mature green	0a [x]	13.2 a	0.39 a	34 a
(採收當日)	1/3 colour	0a	14.1 a	0.34 a	42 a
	1/2 colour	0a	14.7 a	0.33 a	44 a
	Fully colour	0a	15.4 a	0.37 a	42 a
1	Mature green	4.14 b	13.8 a	0.45 a	31 a
	1/3 colour	3.76 abc	14.3 a	0.41 a	37 a
	1/2 colour	4.26 a	15.1 a	0.52 a	29 a
	Fully colour	4.76 a	14.7 a	0.36 a	43 a
2	Mature green	6.46 b	15.9 ab	0.48 b	34 a
	1/3 colour	6.18 b	15.9 ab	0.50 ab	32 a
	1/2 colour	7.56 a	14.3 bc	0.44 b	32 a
	Fully colour	8.12 a	13.7 bc	0.52 ab	26 a
3	Mature green	- [y]	-	-	-
	1/3 colour	-	15.3 ab	0.49 b	32 ab
	1/2 colour	9.15 b	15.2 ab	0.43 b	35 a
	Fully colour	11.88 a	14.0 ab	0.48 b	29 bc

[x] Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

[y] 表示果實已腐損，未能測定可溶性固形物及可滴定酸含量。

二、貯藏溫度對 ‘台農 17 號’ 鳳梨果實貯藏後失重率及品質之影響

(一)、貯藏溫度對 ‘台農 17 號’ 鳳梨果實失重率之影響

果實表面 1/3 轉色之果實，在 25℃、20℃、17.5℃、15℃、12.5℃及 10℃下貯藏後，其失重率如表 3 所示。鳳梨果實之失重率有隨貯藏溫度之上升而有增加的趨勢，且貯藏時間愈長，其失重率亦隨之增加。果實貯藏後取出置於 25℃之室溫下 4 日 (模擬理貨及販售)，果實失重率亦會大幅增加，但與貯藏期間溫度之高低，無明顯對應關係。

(二)、貯藏溫度對 ‘台農 17 號’ 鳳梨果實可溶性固形物及可滴定酸含量之影響

鳳梨果實經 25℃、20℃、17.5℃、15℃、12.5℃及 10℃貯藏 1 週後，果肉之可溶性固形物含量分別爲 11.9、11.5、11.2、11.9、14.5 及 14.1 °Brix；可滴定酸含量分別爲 0.62、0.60、0.57、0.64、0.42 及 0.40%，顯示，貯藏溫度越高，則鳳梨果實可溶性固形物含量減少越多，且不利於可滴定酸含量之降低。於 15℃溫度上下貯藏之果實 (本試驗爲 12.5℃及 10℃)，其差異達顯著水準。貯藏期間延長至 2 週後，雖然貯藏於相對較高溫之果實可溶性固形物含量下降較多的趨勢不變，但溫度對可溶性固形物含量下降之影響的幅度變小，但貯藏 2 週後可滴定酸含量與貯藏 1 週者相比較，則無明顯變化 (表 4)。

表 3. 貯藏溫度對‘台農 17 號’鳳梨果實失重率之影響
Table 3. Effect of storage temperature on the weight loss of ‘TN 17’ pineapple fruit.

Temp. (℃)	Weight loss (%)			
	1 wk	1wk + 4days at 25℃	2 wk	2wk + 4days at 25℃
25	4.4 a	7.0 a [x]	8.3 a	12.4 a
20	2.9 b	5.6 b	5.0 b	8.9 b
17.5	2.4 c	4.5 d	3.6 c	7.6 c
15	2.3 c	4.9 c	4.0 d	7.1 c
12.5	1.6 d	5.1 c	2.8 e	6.7 c
10	1.7 d	4.8 cd	3.0 e	7.1 c

[x] Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

表 4. 貯藏溫度對‘台農 17 號’鳳梨果實可溶性固形物及可滴定酸含量之影響
Table 4. Effect of storage temperature on the total soluble solids and titratable acidity of ‘TN 17’ pineapple fruit.

Temp. (℃)	TSS (°Brix)				TA % (as citric acid)			
	1 wk	1wk+ 4days at 25℃	2 wk	2wk+ 4days at 25℃	1 wk	1wk+ 4days at 25℃	2 wk	2wk+ 4days at 25℃
25	11.9 b [x]	12.7 ab	12.0 ab	10.3 a	0.62 a	0.54 b	0.62 b	0.32 b
20	11.5 b	11.9 bc	11. 8 ab	10.7 a	0.60 a	0.65 a	0.77 a	0.66 a
17.5	11.2 b	11.6 c	11.1 b	10.7 a	0.57 a	0.67 a	0.74 a	0.69 a
15	11.9 b	11.9 bc	11.9 ab	11.6 a	0. 64 a	0.55 b	0.63 b	0.65 a
12.5	14.5 a	12.7 ab	12.7 a	- [y]	0.42 b	0.40 c	0.52 c	-
10	14.1 a	13.4 a	12.7 a	-	0.40 b	0.47 bc	0.49 c	-

[x] Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% Level.
[y] 表示果實已腐損，未能測定可溶性固形物及可滴定酸含量。

(三)、貯藏溫度對‘台農 17 號’鳳梨果實外觀及果肉劣變之影響

各溫度貯藏之果實，在貯藏 2 週後，皆未出現黃褐斑等果肉劣變症狀 (圖 1)。貯藏 1 週後，不論貯後取出當天，或經過 4 天的模擬櫥架販售，貯藏溫度在 20℃以下時， 果實外觀無明顯劣變，僅貯於常溫下 (25℃) 之果實已出現異常；貯藏期延長至 2 週後，常溫貯藏之果實外觀已嚴重老化，其餘溫度則似乎仍具商品價值，但經過 4 天的模擬櫥架販售

後，貯藏溫度在 15℃ 以上時，皆已嚴重老化而失去商品價值，而貯於 12.5℃ 以下之果實外觀，似乎仍有商品價值 (圖 1)。儘管如此，相對低溫雖非造成果肉水浸狀的絕對因子，但貯藏溫度越低、在相對較低溫下貯藏時間越長，則水浸症狀越嚴重；顯示，低溫會加重果肉水浸狀劣變的發生 (圖 2)。至於貯藏溫度與寒害間之關係，本試驗之結果顯示，在 12.5℃ 以下之溫度貯藏 2 週後果肉即已出現明顯的寒害症狀，果實已喪失商品價值。

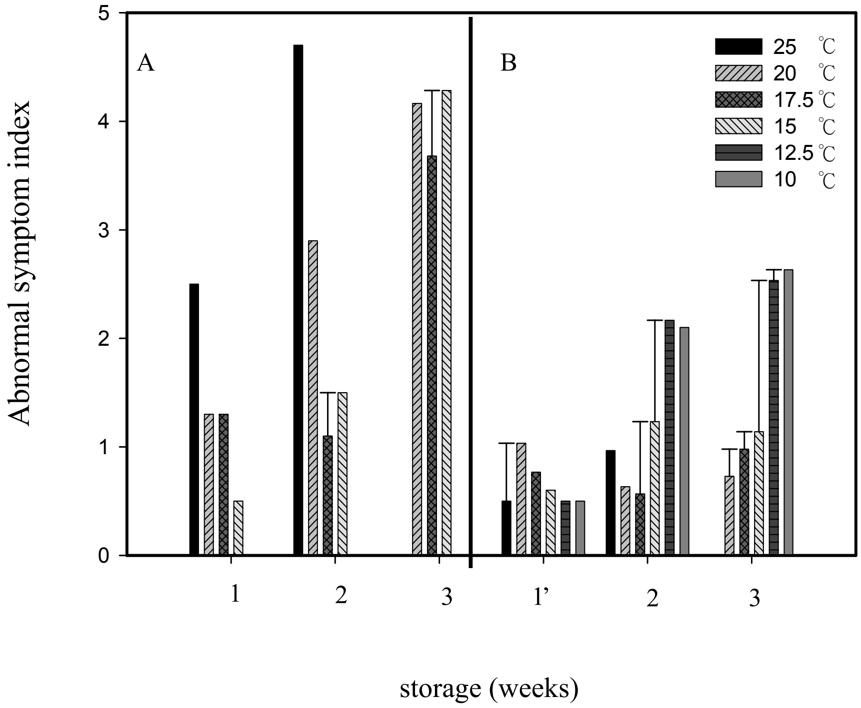


圖 1. 貯藏溫度對 ‘台農 17 號’ 鳳梨果實外觀 (A) 及果肉 (B) 劣變之影響。

Fig 1. Effect of storage temperature on the abnormal symptom of ‘TN 17’ pineapple fruit external (A) and pulp (B) quality.

鳳梨貯藏於低溫下，易因寒害導致商品價值的喪失 (Miller＆Heilman, 1952; Rohrbach ＆Paull, 1982)，然這些報告結果所指之寒害發生溫度差異頗大，有 0~10℃者 (Miller＆Heilman, 1952)，亦有明確指出 8℃即為貯運適溫者(Rohrbach＆Paull, 1982)；國內亦曾以 ‘開英種’ 鳳梨進行貯運溫度試驗，而提出可利用 5℃、10℃或 15℃為船運的理想溫度 (黃, 1968)。然近年來，‘台農 17 號’ 鳳梨果實外銷時常發生果實外觀或果肉出現劣變症狀，而求助於農政及學、研單位。經實地調查後得知，冷藏貨櫃溫度多憑貿易商或生產者經驗而定。Paull 等 (1985) 曾指出，‘開英種’ 鳳梨在 12℃下 2 週內的貯藏，在果實移回常溫 2 天內，果實即已因寒害而失去商品價值; Selvarajah 等 (2001) 亦指出 ‘Queen’ 鳳梨，在 10℃下貯藏 1 週後，果肉的寒害症狀 (以 IB 計)，已經相當嚴重。本試驗結果顯示，以 10 ℃以上，15 ℃以下之溫度貯藏，不論是否經過模擬櫥架販售，果肉寒害症狀會在貯藏 1 週後陸續出現 (圖 2)，17.5℃以上之溫度，則不會出現，但外觀則會陸續發生異常，貯藏期延至 2 週時，則模擬櫥架販售 4 天後，果實外觀已明顯老化 (圖 1, 圖 2)。

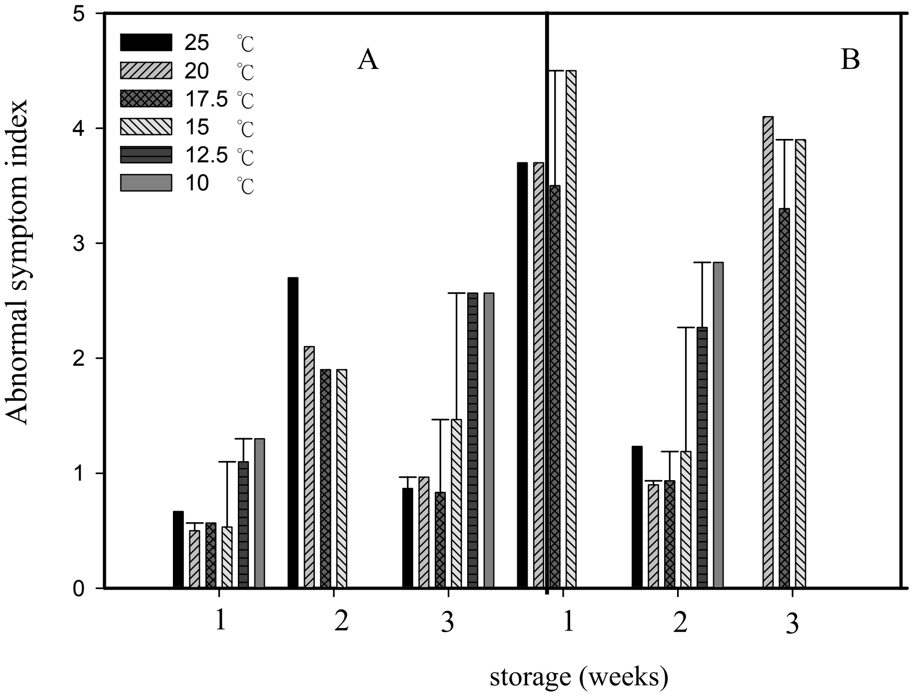


圖 2. '台農 17 號' 鳳梨果實於不同溫度下貯藏，移至 25 ℃下 4 天對果實外觀 (A) 及果肉 (B) 劣變之影響。

Fig 2. Effect of temperature on the abnormal symptom of 'TN 17' pineapple fruit which are stored with imitative temperature for various weeks and then returned to ambient air at 25℃ for 4days.

三、一氧化碳處理對 '台農 17 號' 鳳梨果實貯藏後品質之影響

(一)、一氧化碳處理對鳳梨果實失重率、可溶性固形物及可滴定酸含量之影響

袋內充填一氧化碳氣體，於 25℃及 15℃下貯藏，果實之失重率結果如表 5 所示。於 25℃下充填添加 0%、1%、3%、5%、7 %一氧化碳的空氣，果實的失重率分別為 3.7、2.1、2.1、2.4 及 2.1%，顯示一氧化碳處理可降低果實之失重率。然對應 15℃下之試驗結果顯示，僅將果實於裝箱後進行塑膠袋包覆，即可有效減少果實之失重率。然果實於貯藏後取出進行櫥架壽命調查期間，25℃之試驗果實，在貯藏後櫥架期間其失重率差異不顯著，然於 15℃下貯藏後，取出置於 25℃下，其櫥架期間的果實失重率，差異則達顯著水準 (表 5)。充填一氧化碳並不會對果實之糖酸度造成明顯的影響 (表 6)。

(二) 、一氧化碳處理對 '台農 17 號' 鳳梨果實劣變之影響

貯藏前填充添加一氧化碳氣體，可改善 '台農 17 號' 鳳梨果實之外觀品質 (圖 3)，常溫貯藏之果實，一氧化碳處理可減輕果皮色澤劣變的程度，亦可減輕貯藏後果肉色澤劣變的症狀，例如以添加 3 ~ 7 %一氧化碳之空氣處理後之果實，在 15℃下貯藏 1 週及取出後經 4 天的模擬櫥架時，果實仍未明顯出現水浸狀、 果肉褐化等劣變症狀 (圖 4)。

由於鳳梨為可在運抵消費國後，由該國處理成半調理食品之園產品，故果皮之外觀並非果實是否仍具商品價值的絕對因素，而是取決果肉是否發生色澤、風味及嗅覺上的劣變；

因此，若僅是果皮顏色輕微改變，但果肉品質仍能維持良好，則果品仍具商品價值。由於一氧化碳可有效的改善果肉顏色之改變，且可延緩寒害症狀之表現，故有再進一步探討商業化應用的價值。唯過高濃度之處理，易導致果實產生不愉悅之氣味 (酒味等)，且一氧化碳處理後，貯藏期亦不宜超過 3 週，否則果實表面易產生不明菌絲，影響外觀品質。

表 5. '台農 17 號' 鳳梨果實以不同濃度一氧化碳處理 1 週後並取出於 25℃ 下 4 天對失重率之影響。

Table 5. Effect of carbon monoxide and temperature on the controlled of weight loss of 'TN 17' pineapple fruit which are treated with indicated atmosphere for 1 week and then returned to ambient air for 4 days at 25℃.

Storage temp(℃)	CO conc. (%)	Fruit weight loss (%) days in ambient air	
		0	4
25	0	3.71 a [x]	3.80 a
	1	2.09 b	3.43 a
	3	2.12 b	2.01 a
	5	2.39 b	2.14 a
	7	2.14 b	2.30 a
15	0	2.12 a	2.32 a
	1	1.77 ab	1.81 b
	3	1.45 b	1.82 b
	5	1.88 ab	1.79 b
	7	1.93 ab	1.76 b

[x] Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% Level.

表 6. '台農 17 號' 鳳梨果實以不同濃度一氧化碳處理 1 週後並取出於 25℃ 下 4 天對可溶性固形物和可滴定酸含量之影響。

Table 6. Effect of carbon monoxide on the total soluble solids and titratable acidity content of 'TN 17' pineapple fruit which are treated with indicated atmosphere for 1 week and then returned to ambient air for 4 days at 25℃.

Storage temp (℃)	CO conc. (%)	TSS (°Brix)		Titratable acidity (%)	
		0	4	0	4
25	0	13.5 a [x]	12.3 a	0.50 b	- [y]
	1	13.4 a	12.6 a	0.55 a	-
	3	13.2 a	12.1 a	0.55 a	-
	5	12.7 a	12.6 a	0.55 a	-
	7	13.8 a	12.3 a	0.53 a	-
15	0	13.1 a	12.6 a	0.50 b	0.51 a
	1	13.5 a	12.7 a	0.51 b	0.50 a
	3	12.1 b	12.6 b	0.51 b	0.49 a
	5	13.1 a	13.0 a	0.50 b	0.50 a
	7	13.3 a	12.4 a	0.51 b	0.49 a

[x] Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% Level.

[y] 表示果實已在貯藏 1 週後腐損，未能觀察模擬櫥架 4 天後之變化。

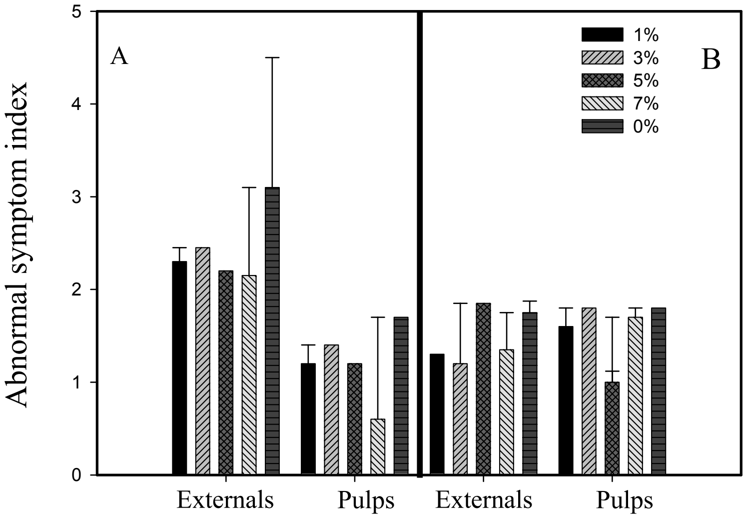


圖 3. '台農 17 號' 鳳梨果實以不同濃度一氧化碳處理 1 週後對貯藏於 25℃ (A)及 15℃ (B)果實劣變之影響。

Fig 3. Effect of carbon monoxide on the abnormal symptom of 'TN 17' pineapple fruit at 25℃(A) and 15℃(B).

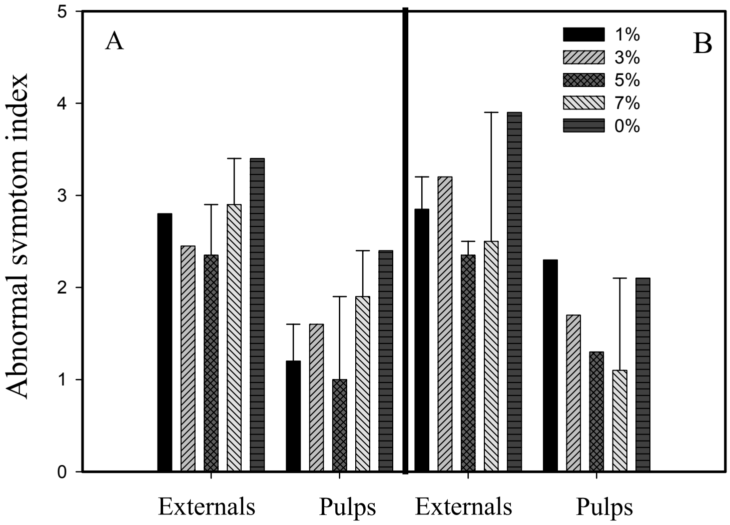


圖 4. '台農 17 號' 鳳梨果實以不同濃度一氧化碳處理 1 週後並取出於 25℃ 下 4 天對貯藏於 25℃ (A)及 15℃ (B)果實劣變之影響。

Fig 4. Effect of carbon monoxide on the control of abnormal symptom of 'TN 17' pineapple fruit at 25℃(A) and 15℃(B) which are treated with indicated atmosphere for 1 week and then returned to ambient air for 4 days at 25℃.

參考文獻

1. 張清勤。1991。鳳梨'台農四號'外銷果實採收成熟度之研究。中華農業研究 40(1)：37~44。
2. 黃季春。1968。成熟度及貯藏溫度對於鳳梨果實品質之影響。中國園藝 14 (3,4):125~131。
3. Gortner, W. A., G. G. Dull, and B. H. Krauss. 1967. Fruit development, maturation, ripening and senescence: A biochemical basis for horticultural terminology. HortScience 2:141~144.
4. Marriott, J. C., S. New, E. A. Dixon, and K. I. Martin. 1979. Factors affecting the preclimacteric period of banana fruit bunches. Ann. Appl. Biol. 93:91~92.
5. Miller, E. V. and A. S. Heilman. 1952. Ascorbic acid and physiological breakdown in the fruits of the pineapple (Ananas comosus L. Merr.). Science 116:505~506.
6. Paull, R. E., K. G. Rohrbach. 1985. Symptom development of chilling injury in pineapple fruit. J. Am. Soc. Hort. Sci. 110：100~105.
7. Rohrbach, K. G. and Paull, R. E. 1982 . Incidence and severity of chilling induced internal browing of waxed 'smooth cayenne' pineapple. J. Amer. Soc. Hortic. Sci. 107：453~457.
8. Saltveit, M. E. Jr. and L. L. Morris. 1990. Overview on chilling injury of horticultural crops. Chilling injury of Horticultural crops. p.4~14.
9. Selvarajah, S., A. D. Bauchot. and P. John. 2001. Internal browning in cold-stored pineapple is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene. Postharvest biology and technology 23：167~170.
10. Smith, L. Q. 1988. Indices of physiological maturity and eating quality in smooth cayenne pineapple. Indices of eating quality. J. Agric. Anim. Sci. 45:219~228.

Effects of Picking Maturity, Storage Temperature and Carbon Monoxide on the Storage Life of 'TN 17' Pineapple Fruits

Chia-Hui Tang[1], Fan-Tswen Lin[2], Ming-Hsiung Lu[2], and Tan-Cha Lee[2,3]
[1]Assistant Researcher, TARI. Chiayi Agricultural Experiment Station.
[2]Associate Professor, Professor and Professor, respectively, Dept. of Horticultural Science, National Chiayi University.
[3]Corresponding author, TEL:05-2717429.

Summary

The effects of picking maturity, storage temperature and carbon monoxide treatment on the fruit handling technologies characteristic were investigated in 'TN 17' pineapple (*Ananas comosu* (L.) Merr.) harvested at Tai-Nan Guan-Miao County. The results indicated that the fruit picking maturity at 1/2 colour stage could transport to supply for Taiwan market at room temperature. Picking maturity at 1/3 colour stage storage at 12.5 ℃ was suitable for transporting period for 2~3 weeks. It is better for fruit treated with 3~7% carbon monoxide before storage and transit to maintain fresh crown, fruit color and to delay fruit physiological disorder and chilling injury.

Key words: pineapple fruit, picking maturity, storage temperature, carbon monoxide

外銷番木瓜處理作業及技術改進

謝慶昌 薛淑滿
國立中興大學園藝學系副教授及研究助理

前　言

台灣番木瓜每年生產約 14 萬 4 仟公噸，產值約 15 億元，大多數供內銷市場，甚少外銷，於 2003 年有 318.4 公噸銷往香港，82.9 公噸銷往加拿大。基於檢疫，目前台灣番木瓜只能外銷至香港、新加坡、加拿大、馬來西亞及中國等。至於日本市場，已由防檢局台中分局完成殺蟲檢疫條件建立及測試，並於 2004 年 2 月經日本檢疫官來台實地訪查及操作，同年 12 月已獲認可，可外銷日本。

針對外銷日本市場，所提出之檢疫處理條件係將番木瓜果實置於蒸熱處理設備中，以 49-51℃，60%-95%RH(分階段提高)。使果實增溫至果腔種子附近溫度達 47.2℃為止，隨即水冷降溫至 30℃即可。此檢疫處理爲外銷日本之關鍵步驟。本報告在蒸熱處理的前提下，探討其它處理條件。

番木瓜蒸熱處理時蒸熱室溫度管理

蒸熱處理時，蒸熱室溫度太高，易造成果實傷害；太低，則耗時，將番木瓜果實置於 49、51、53 及 55℃下經 1、3、5、7 及 9 小時，再催熟以調查其熱傷害。在 49℃下 1 至 9 小時，無論果實轉色、軟化皆不受影響(表 1、表 2)，而 51 及 53℃下 5 小時，果實軟化雖正常，但果皮轉色已不完全；55℃下 3 小時，果實轉色不良，且至 5 小時，果實無法軟化後熟，由此顯示，‘台農二號’木瓜在 49℃下可耐 9 小時，51 及 53℃下不要超過 5 小時，55℃下不要超過 3 小時。

外銷番木瓜採收成熟度

蒸熱處理完成後的番木瓜，於 30℃下進行催熟，果實雖然仍能轉色及軟化，但其品質比未經蒸熱處理者差，尤其是綠熟果，25%轉色果軟化方面較不受影響(表 3)。若將完成蒸熱處理的果實置於 12℃下模擬船運 7 天，再經催熟比較品質，其品質趨勢和未經船運者相似，綠熟果品質最差(表 4)。由此結果推薦外銷時，番木瓜成熟度宜採轉色 10%至 25%者。

貯運及催熟條件

經過蒸熱處理後的番木瓜，先在 12℃模擬船運 1 及 2 星期，再回溫，於回溫時部分果實用 Ethrel 催熟，部分果實不催熟，每日或隔日調查果實軟化情況。回溫一天後，有 Ethrel 催熟者較快軟化，但第 2 日起軟化程度及整齊性兩者間則差異不大(表 5)。由結果顯示番木瓜經蒸熱處理及低溫運輸後，無需外加乙烯催熟，且於回溫第 2 日已具商品價值。

表 1.‘台農 2 號’番木瓜熱處理後經電石在 30℃下催熟 3 日之果皮顏色變化。

Treatments	L*	C*[y]	H°[y]
CK1[z]	42.3±1.6	13.9±2.3	98.4±2.6
CK2[z]	61.3±1.7	50.7±3.6	64.7±2.0
49℃, 1h	61.7±2.4	52.0±4.1	66.8±3.1
49℃, 3h	62.4±1.8	52.2±2.4	66.8±2.5
49℃, 5h	61.7±2.0	51.1±4.2	69.4±3.0
49℃, 7h	62.3±2.3	52.1±5.3	69.6±1.9
49℃, 9h	62.0±2.6	51.1±4.1	69.4±1.9
51℃, 1h	62.2±2.6	52.8±4.6	66.4±2.9
51℃, 3h	61.3±1.8	50.4±3.0	68.7±3.9
51℃, 5h	59.6±4.7	46.3±8.7	70.3±1.9
51℃, 7h	60.0±2.5	48.3±4.5	70.7±2.5
51℃, 9h	56.8±5.4	42.8±11.1	71.3±3.1
53℃, 1h	61.8±2.0	52.4±1.9	65.0±4.4
53℃, 3h	62.3±1.8	51.7±2.5	67.2±2.8
53℃, 5h	60.5±2.5	48.9±5.2	67.9±1.9
53℃, 7h	61.3±3.3	47.4±5.2	70.0±1.9
53℃, 9h	55.1±5.0	37.6±9.6	74.6±2.2
55℃, 1h	61.8±1.8	52.8±3.0	66.9±2.3
55℃, 3h	62.1±2.7	49.9±4.1	71.0±4.7
55℃, 5h	40.7±3.3	16.3±3.5	68.4±15.9
55℃, 7h	38.4±2.0	14.9±1.8	59.8±6.9
55℃, 9h	38.2±1.9	13.7±2.5	58.4±9.3

[z]CK1，CK2=對照組但不熱處理，CK1 為催熟前，CK2 為催熟後。

[y]$C^*=(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$，$H°=\tan^{-1}(b^*/a^*)$

表 2. 熱處理對‘台農 2 號’番木瓜果實果皮葉綠素螢光反應(Fv/Fm)、硬度及糖度的影響。

Treatments	Fv/Fm[y]	Firmness (Kg)[y]	TSS(°Brix)[y]
CK1[z]	0.775	8.0±2.2	11.1±0.6
CK2[z]	0.778	0.7±0.2	11.3±0.2
49℃, 1h	0.786	1.0±0.2	10.9±1.1
49℃, 3h	0.712	1.0±0.1	11.1±0.3
49℃, 5h	0.591	1.2±0.2	11.2±0.7
49℃, 7h	0.605	1.2±0.2	11.0±0.3
49℃, 9h	0.542	1.4±0.2	10.9±0.6
51℃, 1h	0.777	0.9±0.1	11.0±0.4
51℃, 3h	0.625	1.3±0.3	11.0±0.6
51℃, 5h	0.600	1.1±0.2	11.0±0.2
51℃, 7h	0.545	1.3±0.2	10.9±0.5
51℃, 9h	0.472	1.4±0.2	11.0±0.5
53℃, 1h	0.787	1.1±0.2	11.0±0.5
53℃, 3h	0.690	1.2±0.2	10.8±0.6
53℃, 5h	0.540	1.3±0.1	11.4±0.3
53℃, 7h	0.440	1.7±0.2	11.2±0.3
53℃, 9h	0.459	1.6±0.2	11.4±0.4
55℃, 1h	0.787	1.1±0.3	11.3±0.5
55℃, 3h	0.549	1.3±0.2	11.3±0.4
55℃, 5h	0.059	6.6±3.3	11.0±0.7
55℃, 7h	0.043	6.8±3.1	11.1±0.5
55℃, 9h	0.108	6.5±2.7	11.7±0.4

[z]CK1 對照組，不熱處理，CK2 對照組，催熟後測。
[y]Fv/Fm 爲熱處理後 1 小時測定，硬度及糖度爲熱處理後經電石在 30℃下催熟 3 天再測定。

表 3. 不同成熟度‘台農 2 號’番木瓜蒸熱處理後，於 30℃下以 1000 倍 Ethrel 催熟 3 日後果實之硬度、糖度及果皮顏色之變化。

VHT treatments*	Maturity	Firmness (1b/cm^2)[y]	TSS** (°Brix)[y]	Peel color		
				L	a	b
+VHT						
	Mature green	12.1±7.6***	6.5±1.1	45.8±7.3	-2.3±3.9	24.0±5.8
	10% yellowing	6.2±2.5	7.6±0.9	49.1±6.2	2.6±4.5	26.5±4.9
	25% yellowing	4.9±1.2	8.0±1.0	50.4±4.1	11.6±4.9	27.8±3.2
－VHT						
	Mature green	9.8±6.9	6.5±1.0	47.4±7.7	0.8±4.9	25.3±6.2
	10% yellowing	5.0±1.0	6.8±1.1	50.5±4.8	8.6±4.2	27.8±3.7
	25% yellowing	4.9±0.6	7.3±0.8	50.5±2.6	16.0±3.2	26.4±2.2

*VHT=vapor heat treatment
**TSS=total soluble solid
***Mean±SD(n=30)

表 4. 不同成熟度'台農 2 號'番木瓜蒸熱處理後，於 12℃下模擬船運 7 天，再於 30℃下以 1000 倍 Ethrel 催熟 3 日後果實之硬度、糖度、果皮顏色及腐爛率。

Maturity	Firmness ($1b/cm^2$)	TSS* (°Brix)	Decay (%)	Peel color		
				L	a	b
Mature green	11.5±6.6**	6.7±0.9	14.8	45.1±6.2	-2.2±2.6	23.6±4.8
10% yellowing	7.7±4.7	7.9±1.1	6.7	50.4±6.7	6.1±4.8	27.7±5.2
25% yellowing	4.9±1.0	7.8±1.2	16.7	51.1±5.3	12.2±5.0	28.2±4.3

*TSS=total soluble solid
**Mean±SD(n=30)

乙烯抑制劑及溫湯處理對品質之影響

番木瓜在貯運期間易因果實後熟而誘致果腐，而番木瓜果實為更年性水果，所以其後熟和乙烯有關。本試驗在番木瓜貯運前先處理 1-MCP(乙烯作用抑制劑)及 Retain(乙烯合成抑制劑)，兩者皆可減緩果實在貯運期間轉色，但回溫後 1-MCP 處理者無法正常軟化後熟，Retain 則無此現象，且腐爛和後熟軟化程度具相關性(表 6)，因此在應用上兩者皆不太適用。至於果腐問題，在番木瓜果實主要是由炭疽病及蒂腐病所引起，而採收後有效防治方法以溫湯處理，在 53℃溫湯中浸泡 10 分鐘，腐爛情形及發生率可明顯下降(表 7)。但是適宜的溫湯處理條件仍待進一步探討。

表 5. '台農 2 號'番木瓜(10-25%轉色)經蒸熱處理後，於 12℃下模擬船運 1 及 2 星期，再回溫 30℃下以 1000 倍 Ethrel 催熟或不催熟，每日或隔日調查其硬度之變化。

Storage time* (week)	Ethrel** ripening	Firmness ($1b/cm^2$)					
		1	2	3	4	5	6
1	＋	5.7±3.4	2.8±1.1	3.1±1.0	2.2±0.5	2.0±0.7	1.7±0.3
	－	9.1±6.5	3.3±1.6	3.9±1.3	2.3±0.8	2.7±0.6	1.9±0.7
2	＋	－	2.0±0.4	－	1.5±0.2	－	1.5±0.3
	－	－	2.1±0.4	－	1.6±0.3	－	1.5±0.4

*Storage at 12℃ for 1or 2 weeks.
**Ripening with 1000x Ethrel.

表 6. '台農 2 號'番木瓜處理 1-MCP 及 Retain@後，貯藏於 12℃下 10 及 15 天，再移至 30℃下催熟，3 天後果實之硬度、糖度及腐爛率。

Treatment*	Storage time (day)	Firmness (N)	TSS** (°Brix)	Decay (%)
CK	10	23.8a	10.1b	20
CK	15	17.0b	11.8a	90
1-MCP	10	131.0a	12.2a	0
1-MCP	15	131.0a	12.6a	10
CK	10	19.4a	12.3a	20
CK	15	11.2a	12.5a	100
Retain	10	24.7a	11.9a	0
Retain	15	17.0a	12.4a	60

*1-MCP：1-methylcyclopropene, 0.5ppm, 24hr
Retain：aminoethoxyvinylglycine, 100ppm, dipping 3 min.
**TSS=total soluble solid

表 7. 10%轉色之'台農 2 號'番木瓜經蒸熱處理後，再以 53℃溫湯處理 2 至 10 分鐘，處理後果實於 30℃下催熟 3 天後調查病害情況。

Time at 53℃ hot-water (min)	Decay incidence (%)	Decay rating*
CK	94.9**	2.8
2	89.5	3.6
4	91.9	1.1
6	94.9	3.0
7	81.1	1.8
10	60.0	0.6

*Decay rating：1=1%-20% of fruit surface decay; 2=21%-40% of fruit surface decay; 3=41%-60% of fruit surface; 4=61%-80% of fruit surface decay; 5=81%-100% of fruit surface decay.

** Mean of 36 fruits

結　語

番木瓜果實構造極易受到機械傷害，尤其在田間採收階段，因此採收後除溫濕度管理需適當外，番木瓜外銷處理流程因受傷而引起的腐敗將是另一隱憂。而綜合上述，番木瓜以果皮 25%左右轉色時採收，採收後宜在田間套以舒果網進行套袋保護再行搬運及集貨，而蒸熱時室溫宜控制在 51℃以下，以免果實發生燙斑，之後確實做好預冷工作，待果實冷至 12℃後再行運輸。至消費地，一般以回溫方式即可使番木瓜完熟，但若消費地無法升溫時可考慮在包裝處理場先行催熟。

Postharvest Technology of Papaya (*Carica papaya*) for Exporting

Ching-Chang Shiesh, Shu-Man Hsueh
Associate Professor and Research Assistant, respectively,
Department of Horticulture,National Chung-Hsing University.

Summary

One of the major problems facing papaya fruit marketing is the identification of optium harvest maturity to ensure adequate fruit ripening to good eating quality. For Japanese marketing, fruit are generally harvested at color break or between color break and one-quarter color. Because of fruit flies infection, a vapor heat treatment has been adopted as a quarantine procedure for papayas destined for export to Japan. The vapor heat treatment is administed in a room with accurate temperature control under 51℃ and adequate air circulation. Fruit temperature is raised until the center of the fruit reaches 47.2℃ at a RH of 60 to 95%. After reaching 47.2℃, the fruit is then immediately cooled at 30℃ with water showering. According to experiment result, an optimum storage temperature of 12℃ for 1 or 2 weeks of `Tainung No.2` is recommended for exporting. After transportation, the fruits were exposured to 400 ppm Ethrel at 30℃ for 2 days and no Ethrel treatment respectively. Although the Ethrel-treated fruits appear faster and more uniform ripening, but commercial treatment are not recommended due to the rapid softening. Postharvest treatment of papaya fruit with 1-methycyclopropene (an ethylene action inhibitor) and Retain (AVG, an ethylene biosynthesis inhibitor) were found to extend storage-life during transporting. The major postharvest disease of papaya is caused by Colletotrichum sp. and the other is stem-end rot occurred when fungi invade the severed peduncle after harvest. The effective treatment consists of dipping papaya fruit in hot water at 53℃ for 10 minutes.

Key words：papaya, vapor-heat treatment, ripening, exporting

柿果脫澀機制及採後保鮮技術改進

謝慶昌[1] 阮雅蘭[2] 石茂盈[2] 薛淑滿[3]
國立中興大學園藝系副教授[1]、研究生[2]、研究助理[3]

前 言

目前對柿果脫澀的機制仍未明確，一般認為脫澀與乙醛累積、含水量的下降及細胞壁多醣類的斷裂等等有所關聯。本研究以柿果圓片為材料進行試驗，使用抑制劑以探討柿果脫澀之可能路徑及機制。另外，'富有'甜柿於貯藏期間柿果寒害與軟化嚴重，本研究以不同的處理及貯藏溫度來探討如何避免、延緩軟化及寒害的發生。

柿果脫澀機制

在果肉圓片系統下，以二氧化碳脫澀時，處理抑制劑觀察對柿果圓片脫澀的影響，Tween-60 及 Cycloheximide (CHI)不會抑制脫澀，Aminooxyacetic acid (AOA)及 Sodium cyanide 會抑制脫澀(表 1)。先處理蛋白質合成抑制劑—CHI，對柿果圓片的脫澀並無影響，仍可正常脫澀(表 1)，由於 CHI 會抑制 mRNA 的轉譯(translation)，使細胞無法合成新的蛋白質，如 ADH(圖 1)，所以柿果在二氧化碳脫澀時可能無需重新合成蛋白質來參與；另外，在 CHI 處理下，進行二氧化碳脫澀時，處理 1 日圓片即已脫澀，而此時圓片內酒精濃度只有 8.2μmole/g F.W.，乙醛為 0.8μmole/g F.W.(表 2)，對照沒有 CHI 處理的完整果實，酒精達 55.3μmole/g F.W.，乙醛達 2.1μmole/g F.W.，明顯偏低，但柿果仍可脫澀，此結果顯示酒精和乙醛的累積和脫澀似無相關。另外，以氰酸鈉處理亦可抑制二氧化碳的脫澀(表 1)，氰酸離子藉由和含金屬酵素(metallo-enzyme)結合成複合體，而抑制酵素的作用，如呼吸作用中電子傳遞鏈中 cytochrome oxidase 即會受影響。由此結果推測二氧化碳脫澀時可能需能量，或參與脫澀的酵素含有金屬。AOA 是常用以抑制需 pyridoxal phosphate 的酵素(pyridoxal phosphate dependent enzyme)，如胺基酸的轉胺基酵素(transaminases)或去羧酸酵素(decarboxylases)類，但其會抑制二氧化碳脫澀。由 AOA 會抑制脫澀，推測參與脫澀的酵素，為需 pyridoxal phosphate 的酵素。同系統中，Tween-60 不會抑制脫澀(表 1)，Tween-60 作用為清除表面附膜的蛋白質(periphera proteins)，由此可知，參與脫澀的酵素為非附膜性。

進一步觀察 CHI 處理二氧化碳脫澀期間(表 2)，結果顯示並無明顯的酒精、乙醛累積，且無酒精去氫酵素的表現(圖 1)；另外，完整果實在脫澀時皆可見果實硬度下降，由此結果推測，柿果脫澀處理時，有一非附膜且需 pyridoxal phasphate 酵素被活化，此酵素可能非重新合成，且已泛存於細胞中，而催化細胞壁水解產生滲透性脫水，促使脫澀。

在果肉圓片系統下，以二氧化碳脫澀時，綜合上述結果，二氧化碳脫澀時，需在細胞完整下，有一需 pyridoxal phosphate 且非附膜性酵素參與，而此酵素非重新合成，由二氧化碳誘發其活性，在作用時需有能量轉換的過程。

表 1.抑制劑處理對‘牛心柿’果肉圓片脫澀之影響。

Treatments and concentration [z]		De-astringency [y]
CK		－
CHI	10 mM	－
	20 mM	－
	30 mM	－
	50 mM	－
AOA	10 mM	+
NaCN	1%	+
Tween-60	1%	－

[z] CHI=cycloheximide；AOA=aminooxyacetic acid

[y] The symbols for astringency: + astringency; － non-astringency.

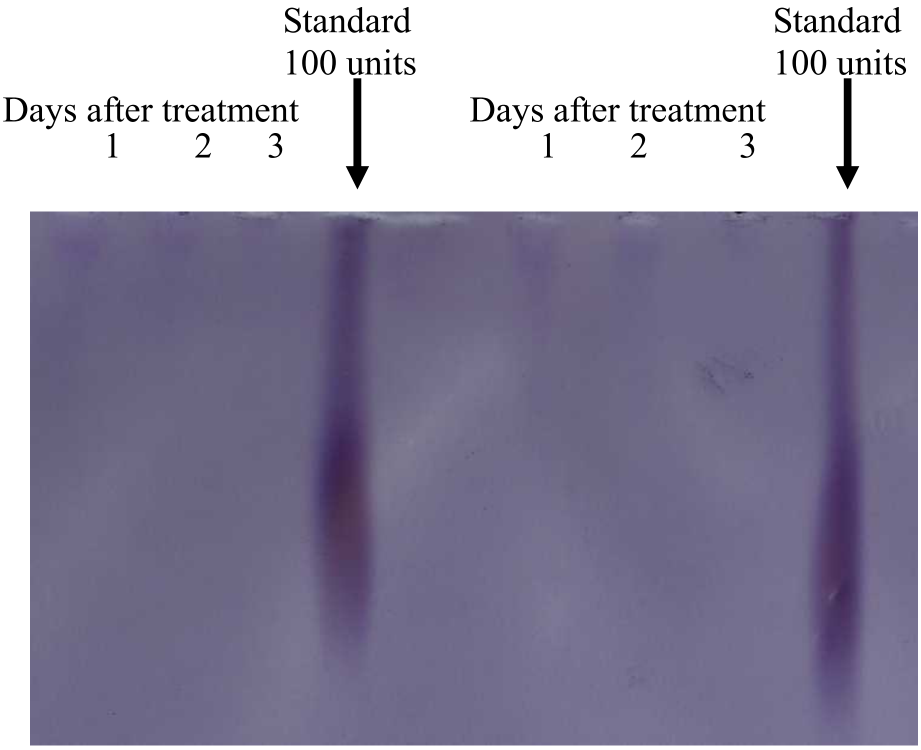


圖 1.‘牛心柿’果肉圓片以二氧化碳和蛋白質合成抑制劑(CHI) 處理之酒精去氫酵素電泳圖譜。

表 2.‘牛心柿’果肉圓片以二氧化碳和蛋白質合成抑制劑(CHI)處理對澀味、乙醇及乙醛之影響。

Days after CO_2 treatment [y]	Astringency [z]	Ethanol (μmole/g/F.W.)	Acetaldehyde (μmole/g/F.W.)
0	＋	0.5 c[x]	0.1 b
1	－	8.2 b	0.8 a
2	－	13.9 ab	0.8 a
3	－	17.0 a	0.2 b

[z] The symbols for astringency: + astringency; ─ non-astringency.
[y] CHI concentration: 10 mM.
[x] Mean separation within column was by Duncan's multiple range test at 5% level.

採後保鮮技術之改進

(一) 貯藏溫度及時間對‘富有’甜柿貯藏品質之影響
‘富有’甜柿於貯藏期間柿果寒害(圖 2)與軟化嚴重而影響品質。柿果採收時果實硬度為92.3 N，以 1、3、6、9、12 及 15℃貯藏 4 週後，回溫 3 日，果實硬度皆明顯下降，其中 1℃有較其他貯藏溫度硬度稍硬(圖 3)。

(二) ‘富有’甜柿不同果實大小對貯藏能力之影響
在貯藏前，果實大小與硬度並沒有顯著性差異，數值介於 77.9-86.7 N，經貯藏 4 週後除果重 225-263 g 之小果仍維持較高硬度，達 63.8 N 外，果重 300-338 g 之中果與果重 375-413 g 之大果硬度皆顯著低於小果，此時就硬度而言，僅小果仍具有商品價值（圖 4）。

(三) 1-MCP 處理與熱處理對‘富有’甜柿貯藏期間貯藏品質之影響
果實經 1-MCP 處理及不同溫湯處理 30 分鐘後，經處理後普遍有增長及維持硬度之效果，其中以處理 1-MCP＋溫湯處理者較佳（表 3）且較具有商品價值（圖 5）。

圖 2.果實褐化程度。

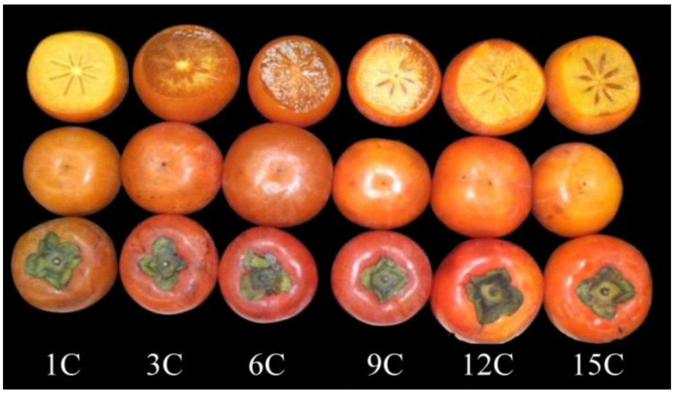


圖 3.‘富有’甜柿貯藏 (1~15℃) 4 週後果實外觀。

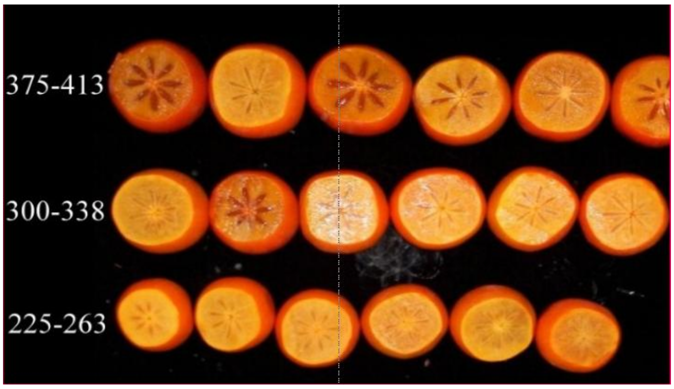


圖 4.‘富有’甜柿不同果實大小於 1℃貯藏 4 週果實情形(單位：公克)。

表 3.‘富有’甜柿經 1-MCP 及不同溫度溫湯處理對貯藏期間果實硬度之影響。

Treatments [y]	Firmness (N)		
	0	4 weeks [x]	8 weeks
CK	77.9	63.8 ab [z]	14.8 f
47℃-30min	77.9	30.3 d	31.3 cd
50℃-30min	77.9	52.7 bc	37.1 c
53℃-30min	77.9	48.5 c	27.3 de
+MCP [w]			
47℃-30min	77.9	78.2 a	53.3 b
50℃-30min	77.9	65.1 ab	41.3 bc
53℃-30min	77.9	59.7 ab	41.8 bc

[z] Means with the same letters within a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

[y] Fruits were harvested on 2003.12.17.Water temperature – duration time.

[w] Fruits were treatment with 1-methycyclopropene at 25℃ for 1 day and dipped into 47, 50 and 53℃ for 30 min before storage.

[x] Time at 1℃.

圖 5.用 1-MCP 處理後不同溫度溫湯處理 30 分鐘對‘富有’甜柿果實品質之影響。

綜合上述 1-MCP 及溫湯處理均能有效抑制寒害發生，維持果實硬度及延緩果實轉色等，經試驗證明 53℃溫湯處理 50 分鐘能有最佳處理效果，實驗結果顯示以 12/22 日採收果實爲例，貯藏 8 週後至隔年的 1 月中旬時，仍有甜柿果實供應市場所需，若能以中高海拔柿果爲材料，甜柿應能供應舊曆年市場之需求，達成延長供貨期限應用之效果。

Deastringency Mechanism and Improvement on Storage Technology of Persimmon (*Diospyros kaki* L.) Fruits

Ching-Chang Shiesh[1], Ya-Lan Ruan[2], Mao-Ying Shi[2], and Shu-Man Hsueh[3]
Associate Professor[1], Graduate Students[2], and Research Assistant[3]
Department of Horticulture,National Chung-Hsing University.

Summary

In vivo studies were conducted on the effectiveness and mechanism of deastringency of 'Bull Heat' persimmon fruit. Soaking fruit discs in various solutions and then treating with carbon dioxide and revealed deastringency was inhibited by amino oxyacetic acid, sodium cyanide and boiling water treatments (70-100℃ for 10 min.) but not by cycloheximide and Tween-60. This result indicates that deastringency of persimmon requires the activation of a non-peripheral and pyridoxal-phosphate dependent enzyme, which catalyzes cell wall hydrolysis and leads to the osmosis dehydration which is followed by triggering the polymerization of tannin to complete the process. 'Fuyu' persimmon fruits which stored at 6-15℃ for 4 weeks, developed the symptoms of translucent peel and softening fresh soon after returning to the ambient temperature. Softness also occurring in fruits stored at 1 and 3℃, but the damage were less extensive. It is concluded that suitable storage temperature for 'Fuyu' persimmon should be below 1℃. The storage life is more than 4 weeks at 1℃. Treatment of 'Fuyu' persimmon with 1-methylcyclopropene and hot water (53℃ for 50 min.) before storage could delayed softening and turning of fruit color and prevented chilling injury from occurring.

Key words：Deastringency mechanism, sweet persimmon, hot-water treatment, storage

貯藏溫度對採收後‘新雪’梨果皮黑變及果肉品質之影響

郭純德[1] 尤進欽[1] 張致盛[2]
國立宜蘭大學園藝學系副教授(通訊作者)及助理教授[1]，
行政院農業委員會台中區農業改良場副研究員兼作物改良課長[2]

摘 要

梨山地區的雪梨採收後，貯藏在 1℃及 5℃下 30 週，其腐爛率低，都在 5%以下；在 9℃下，腐爛率增加爲 13%；而 13℃者，則大幅增加至 35%以上。至於失重率，1℃者約 7%，在 5 及 9℃均爲 11%，而 13℃者高達 24%。貯藏溫度愈高，貯藏期間愈長，腐爛及失重情形愈加明顯。雪梨果實在採收後及貯藏之初，其果皮完全正常。但低溫(1、5 及 9℃)貯藏 2 至 6 週後，果皮即呈現不規則形狀黑色斑點及區塊，中央色澤較深，果皮黑變面積會隨著低溫期間的延長而擴展增大。雪梨在 1、5、9、13℃貯藏室中 30 週，就果皮黑變的果實數百分比、以及表皮黑變面積百分比而言，以 1℃最嚴重，5℃和 9℃次之，13℃更少。低溫貯藏導致梨果表皮產生黑變斑塊的特徵，此結果應爲低溫造成的寒害。同時雪梨貯藏期間，1℃者失重最少、而黑變果實數百分比及黑斑面積最多，而 13℃者失重最多，但是其黑變果實數百分比及黑斑面積卻是最少。果實的失重似乎與果皮的黑變斑塊發生，應無直接密切關係。在冷藏室(1、5、9、13℃)中的雪梨果實，經過 14 週貯藏，其果肉品質之硬度，隨著貯藏期間之增加而逐漸遞減，並且隨著貯藏溫度之提高，果肉硬度降低得更快、更多。果肉糖度的變化，隨著貯藏期間之增加而逐漸遞減。同時，果肉糖度也隨著貯藏溫度之提高，而有降低之趨勢。

關鍵字：果皮黑變、表皮燙斑、生理障礙、寒害、日本梨、‘新雪’梨、果實品質、貯藏溫度

前 言

梨是薔薇科(Rosaceae)、梨屬(Pyrus)植物，同屬內已知有 35 種，野生分佈在歐、亞及非洲等地(李, 1980)。梨因栽培歷史悠久超過 3000 餘年，由自然及人爲所產生之品種特多，概可分爲四類，即西洋梨(*Pyrus communis* L.)，秋子梨(*P. ussuriensis* Maxim.)，白梨(*P. Bretschneideri* Rehd.)及砂梨(*P. serotina* Rehd.) (朱, 1966)。不過，一般栽培者只將梨分爲東方梨(oriental pear)及西洋梨(common pear)两大類(李, 1980)。東方梨又稱爲亞洲梨(Asia pear)，採收時即可食用，其果肉脆而多汁甜美，不用像西洋梨，需經過後熟之後、變軟才食用，所以其糖度及脆、硬度成爲主要果肉品質指標。主要分佈在中國及日本的亞洲梨，在採收及貯藏後，其果實之質地(texture)並不會明顯地改變(Mitcham and Mitchell, 2002)。至於日本梨(*P. pyrifolia* Nakai)，則與中國南方之砂梨爲同一系統，並經品種改良育成 (林等, 1991)。

‘新雪’ (‘Shinsetsu’) 梨，在台灣通稱爲雪梨，係日本梨(Japanese pear)晚生品系之一，爲‘今村秋’ (‘Imamura aki’)與‘晚三吉’ (‘Oku san kichi’)之雜交後代品種 (黑上, 1967; 侯,2002)。台灣的雪梨乃數年前由果農自日本引進，主要栽培在梨山地區，由於果實碩大果肉甜美多汁，具高經濟價值，且具晚熟特性而適於作爲農曆新年之應景水果禮品，成爲台灣新興而且重要的溫帶梨品種。

然而，採收後雪梨在低溫貯藏過程中(1℃、2 週以上)，其果皮經常明顯發生不規則狀之黑色斑點及斑塊(王, 1999)，類似蘋果及西洋梨果實的表皮燙傷 (superficial scald)現象

註：本研究承行政院農業委員會農糧署之經費補助(93 農科-1.1.2-糧-Ｚ1)，特表謝忱。This study was supported by a grant from Agriculture and Food Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R.O.C. (93AS-1.1.2.-FD-Z1).

(Ingle, 2002)，嚴重影響果品外觀及消費者購買意願，進而影響果農收益，亟待協助解決。台大園藝系初步重要結果得知：1、梨果皮黑變應爲果實表皮組織之生理障礙(physiological disorder)，而非由病原菌引起之病害(王, 1999)；2、由於此果皮黑變只發生在 0~3℃，5℃以上之溫度並未發生，故推測應爲低溫引起之寒害(chilling injury) (侯, 2002)。惟這二年來，梨山倉儲的雪梨果皮黑變(fruit skin blackening)問題日益嚴重，發生原因未明確闡明，且尚無有效的解決方法，值得持續探究。

材料與方法

試驗用‘新雪’梨果實，係以一般成熟度大 8 粒規格(平均每果重 650±50 公克)之大小的果實爲材料。由梨山地區黃姓果農專車於 92 年 12 月 20 日夜間親自送達宜蘭大學園藝系第一實驗室。梨果實計 24 箱，每箱單層保麗龍果盤 8 粒包裝，共計 192 粒，每果逐粒經稱重、逢機編號入庫冷藏，進行各項試驗。

一、貯藏溫度對‘新雪’梨果實腐爛率及失重率之影響

將梨果樣品貯藏於 1、5、9、13℃控溫室內 30 週，每 2 週調查其果實之腐爛率及失重率。腐爛果，係指果實出現明顯病原菌爲害之徵狀，以及或是具有惡臭異味，而不具商品販售價值者。腐爛率(%)＝貯藏後之腐爛果實數 / 入庫時梨果樣本數 × 100%。失重率，(%)＝貯藏前梨果鮮重－貯藏後梨果鮮重 / 貯藏前梨果鮮重 × 100%。每一貯藏溫度(1、5、9、13℃)處理三箱梨果實，每箱 8 個，計 24 個果實。

二、貯藏溫度對‘新雪’梨果皮黑變之影響

梨果樣品來源同上述，在每 2 週調查果實腐爛率及失重率的同時，也每 2 週調查梨果實表皮黑變情形。果皮黑變調查分二部分，其一爲發生果皮黑變的果實數之百分比，另一爲黑變果皮之黑變面積百分比。每一貯藏溫度(1、5、9、13℃)處理三箱梨果實，每箱 8 個，計 24 個果實。

梨果表皮黑變的認定，是以果皮黑變面積超過伍角硬幣大小(3%)，已嚴重影響商品價值者，確認爲果皮黑變之果實。梨果表皮黑變之果實數百分比(%)＝每一箱內果皮黑變梨果實數 / 每一箱梨果實總數 × 100%表示之。

梨果實表皮黑變面積百分比(%)，係以目測黑點或黑斑，占整個果皮面積之百分比來表示。係以大 8 粒規格雪梨果實，其直徑以 100 mm 爲平均基準。基準雪梨球形面積爲 $4\pi r^2$ ($4\times\pi\times50^2\ mm^2=1\times10^4\times\pi\times mm^2$)，即爲 10000 × π 毫米平方。因此，梨果實表皮黑變面積百分比(%)＝受測樣本雪梨果皮黑變面積 / 基準雪梨球形面積 × 100%表示之。據此，伍角硬幣面積約爲 3%、1 元硬幣面積約爲 4%、伍元硬幣面積約爲 5%、10 元硬幣面積約爲 7%。

另外爲了便於了解全部及每個果實，在前 14 週期間每 2 週表皮黑變嚴重程度及其變動情形，用果皮黑變面積百分比之大小作爲黑(褐)斑之指標，並且分爲七等級，分別爲小於 3%者爲 1，4~10%者爲 2，11~20%者爲 3，21~40%者爲 4，41~60%者爲 5，61~80%者爲 6，81~100%者爲 7。梨果實表皮黑(褐)斑指標之變動調查的果實樣本，與前述果皮黑變的果實數及黑變面積之百分比的樣本來源和數量是完全相同的。

三、貯藏溫度對‘新雪’梨果皮黑變以及果肉硬度與糖度之影響

將雪梨樣品貯藏於 1、5、9、13℃控溫室內 14 週，每一溫度處理三箱，計 12 箱 96 個果實。每隔 2 週，每一箱隨機取出 1 個果實，每一溫度處理三箱計 3 個果實。依上述方法調查其果皮黑變情形，並分析其果肉之硬度(firmness)和糖度(°Brix)。

硬度度量是以英國 Blackdown rural 公司之質地測定儀(TA-XT2 texture analyser)分析。其條件如下：(一)測試速度(Speed)：2.0mm/sec，(二)測試前速度(Pre test speed)：5.0 mm/sec，(三)測試後速度(Post test speed)：5.0 mm/sec，(四)測試距離(Distance)：15.0 mm，(五)探針

直徑(Plunger diameter)：5.0 mm。在果實之赤道部分每旋轉 120 度取對應三點，先削去約一元大小表皮，再以質地測定儀進行硬度值分析，將三個測定值平均代表該果實果肉之硬度。

糖度測量，是以日本 ATAGO PR101 數字型之糖度計(°Brix 0~30%)，以屈折率法進行分析。果實削去表皮及果心後，將果肉以果汁機打碎後，並且用濾網過濾，吸取果汁、再以糖度計分析，重複測度三次並將三個測定值平均代表該果實果肉之糖度。

結果與討論

一、貯藏溫度對‘新雪’梨果實腐爛率及失重率之影響

(一)腐爛率

梨山地區的雪梨果實收穫後，貯藏在低溫(1℃、5℃及 9℃)下 14 週，其腐爛率低，都在 4%以下，13℃者較高、達 17%(圖 1A)。結果與侯(2002)的報告類似，就腐爛率而言，雪梨爲耐貯藏品種，經過 3 個月低溫(5℃)貯藏，其腐爛率爲 3%。將貯藏期間增長爲 30 週，在低溫(1℃及 5℃) 下，其腐爛率仍低，都在 5%以下；貯藏在 9℃者，其腐爛率會明顯增加爲 13%；而貯藏在 13℃者，則大幅增至 35%以上(圖 1A)。單就腐爛率而言，若採收後雪梨貯藏期的目標爲 3 個月，則 1℃、5℃及 9℃低溫均可考慮，如果貯藏期目標爲 4 個月以上，則僅 1℃至 5℃之低溫可以考慮。採收後倉儲的雪梨果實，以低溫貯藏的效果不錯，不過隨著貯藏溫度及貯藏期間的增加，其腐爛率不斷地增加。

事實上，台灣的梨農或販賣者，常以低溫貯藏方式來延長梨果實之市場供應期。低溫可延遲果肉軟化，減少生理障礙、病害而延長貯藏壽命；幸水、豐水梨果實以 1℃、相對濕度 85~90%，可貯藏 2 個月，新興梨貯藏期可以更長(呂和李, 1996)。台灣砂梨果實經過貯藏腐爛之主要原因，爲梨黑星病、梨黑斑病、梨褐腐病、梨輪紋病、梨炭疽病及梨果蒂腐病等(黃, 1996；侯, 2002)。

(二)失重率

梨山地區的雪梨果實收穫後，貯藏在 1℃、5℃、9℃及 13℃下 14 週，1℃者失重 2%以內，5 及 9℃者都失重約 5%，而 13℃者失重達 12%。如果貯藏期延長爲 30 週，在 1℃者失重約 7%，5 及 9℃者均失重約 11%，而 13℃者失重高達 24%(圖 1B)。其貯藏溫度愈高，貯藏期間愈長，失重愈加明顯。採收後的雪梨果實，顯然不適合在 13℃下長期(3 個月以上)貯藏。

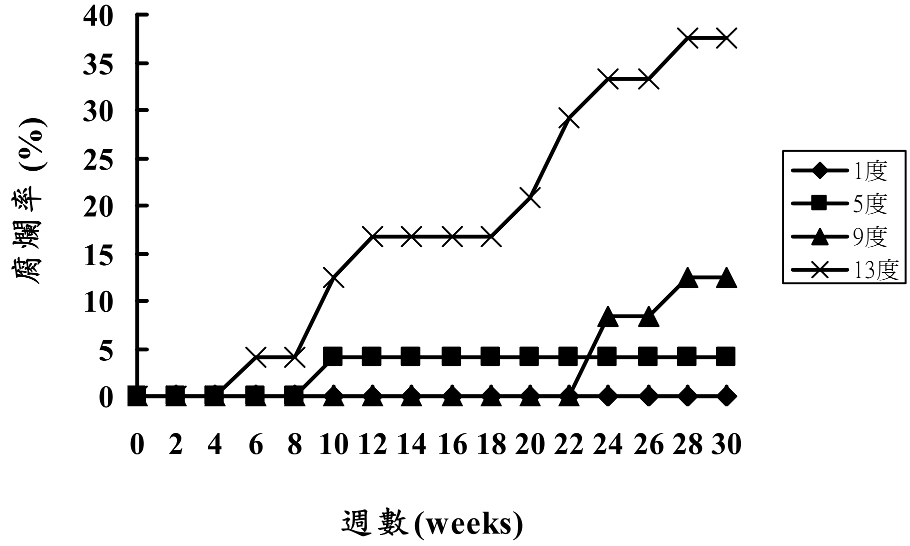
園產品採收後雖與母體分離，但仍是有生命的活生物體，繼續呼吸與蒸散作用等生理變化，直到一定時間後產品衰敗死亡爲止(劉, 1994；Wills et al., 1998)。呼吸作用消耗葡萄糖、有機酸及脂肪，產生能量及二氧化碳，而蒸散作用係產品水分以水蒸氣型態自生物體散失，兩者都會促使產品失重、衰敗及死亡(Kays and Paull, 2004；Wills et al., 1998)。大都的園產品採收後亦不能自空中濕氣吸收水分，所以園產品之水分失去後就難以復得(劉, 1994)。

水果類因爲蒸散作用失水，而使果皮皺縮或加速產品之劣變，影響外觀、品質及銷售價值。失水即失重，對稱斤兩出售的產品而言，失重對賣主或經銷商立即產生不利(劉, 1994)。其實核果類(stone fruits)如桃、李等，只要失水 5%以上，就會導致其果皮出現明顯的皺縮(Mitchell, 1992)，當然影響到消費者意願及其商品價格。要避免採收後果實失水，最主要的方法是採收後迅速預冷，並貯存在低溫及高濕的冷藏庫內(Mitchell, 1992)。

就雪梨果實失重情形與程度，和果皮黑變果實數百分比及黑斑面積作比較，在貯藏的 12 週期間，1℃者失重最少、而黑變果實數百分比及黑斑面積最多，5 及 9℃者失重次之、黑變果實數百分比及黑斑面積亦居中，而 13℃者失重最多，但是其黑變果實數百分比及黑斑面積卻是最少的(圖 1B、圖 2)。由此可知，果實的失重似乎與果皮的黑變斑塊發生，應無直接密切關係。Chio 氏等人(1995)報告也指出：`新高´梨果實經長期低溫貯藏會出現果皮

黑變徵狀(fruit skin blackening)，其中以使用聚乙烯塑膠袋(0.03mm)密封包裝者，其黑變率最高。聚乙烯塑膠袋(0.03mm)密封包裝者，其失水應最少，但果皮黑變率最高。

(A)



(B)

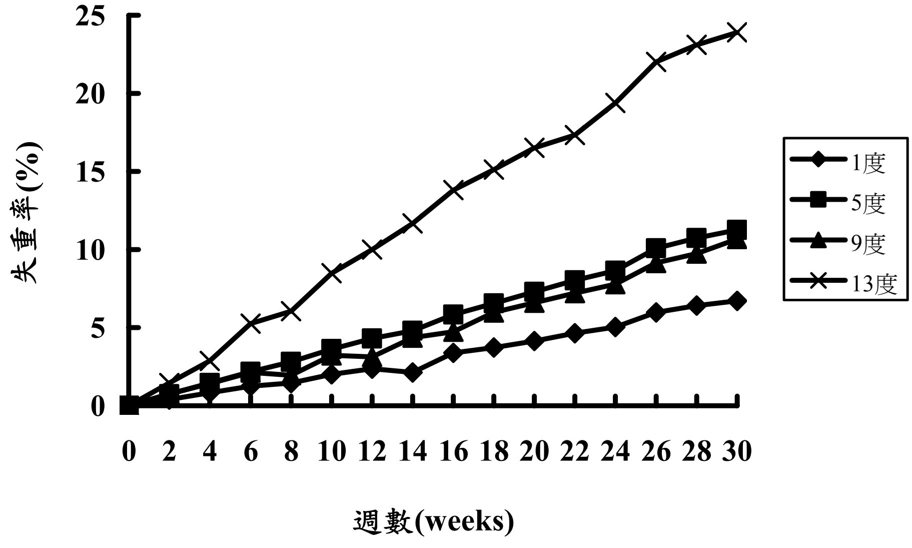


圖 1. 雪梨置於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 30 週，(A)腐爛率(%)及(B)失重率(%)之變化。

馬場氏等人(1990)以聚乙烯塑膠袋(0.02~5mm)密封包裝及內加二氧化碳吸收劑，實證了日本國生產的晚生‘新雪’梨果，在 5℃低溫貯藏 3 個月時發生果皮黑變(black speck injury)生理障礙的肇因，爲高濃度(＞1%)的二氧化碳；渠等並推論新雪梨是極不耐二氧化碳的梨果種類，貯藏時應注意避免二氧化碳的累積，而且應確實將之排除。梨山地區的雪梨，以聚乙烯塑膠袋(0.03mm)密封包裝會增加其果皮黑變率，高濃度(2%)的二氧化碳會促使雪梨果皮黑斑的發生，黑變率高達 95%(侯, 2002)。其實除了雪梨之外，對二氧化碳敏感而造成貯藏生理障礙的東方梨品種也不少，2%二氧化碳會加重‘橫山’梨因低溫(5℃)所導致的果肉褐化(李, 1988)，2%二氧化碳會促使貯藏在 10℃的‘橫山’梨果肉褐化(王, 1995)，而超過 1%

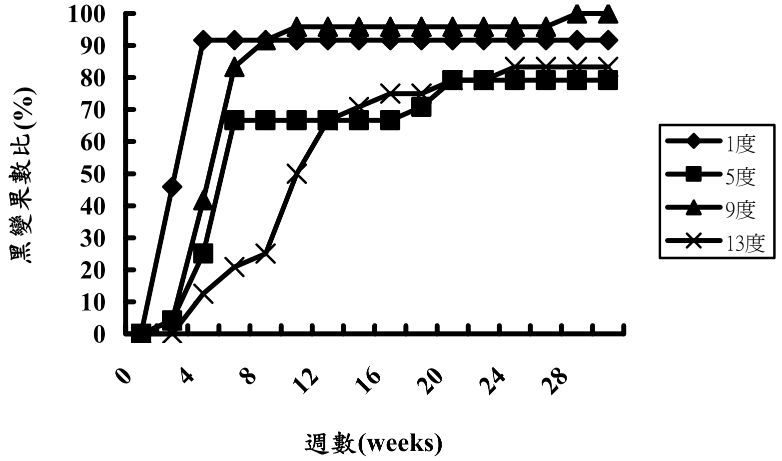
二氧化碳會誘發‘新高’梨表皮黑變(Yang, 1997)。

二、貯藏溫度對‘新雪’梨果皮黑變之影響

雪梨果實在採收後及貯藏之初，其果皮完全正常。但低溫(1、5 及 9℃)貯藏數 2 至 6 週後，果皮即呈現不規則形狀黑色斑點及區塊，中央色澤較深，果皮黑變面積會隨著低溫期間的延長而擴展增大(圖 3)。低溫(1、5 及 9℃)貯藏導致梨果表皮產生黑變斑塊的特徵，與王氏(1999)及侯氏(2002)的報告所陳述黑變特徵情形很相近，而且此結果應爲低溫造成的生理障礙--寒害。不過侯氏的報告指出，此種果皮黑變之寒害徵狀只發生在 0~3℃，而 5℃以上之溫度並不會發生，則與本試驗結果，5℃及 9℃低溫貯藏 4 至 6 週後，果皮即明顯呈現不規則形狀黑色斑點及區塊的寒害徵狀(圖 2、圖 3)，並不相同。

通常，生理障礙是指植物生長發育或貯藏過程中，因爲不良環境因子，如溫度太低、太高，或者營養要素缺乏如缺鈣等，所引起的組織崩解等現象，而非由病原菌感染或機械性傷害所導致的結果(劉, 1994；Wills et al., 1998)。一般來說能使熱帶性水果及蔬菜產生寒害的臨界溫度較高，10 到 13℃之間即可能產生寒害。能使溫帶性產品發生寒害的臨界溫度較低，大都低於 10 或 5℃，甚至有些產品要到 3℃以下才會發生寒害(劉, 1994)。

(A)



(B)

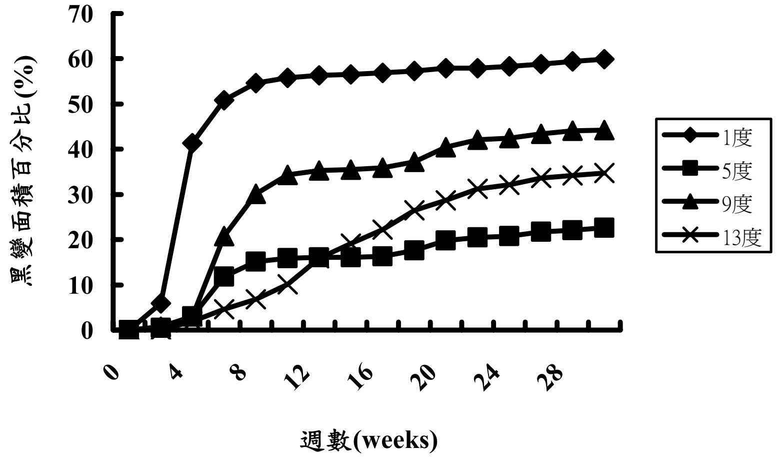


圖 2. 雪梨置於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 30 週，(A)果皮黑變的果實數百分比(%)與(B)果皮黑變面積百分比(%)之變化。

貯藏於不同溫度 30 週後之雪梨果實表皮黑變的情形，以貯藏 1℃之果實最爲嚴重，黑變的顏色最深且面積最大；貯藏於 5℃及 9℃者也明顯發生。然而貯藏於 13℃的梨果，其果實表皮卻出現了淡褐色變斑點及斑塊，其特徵明顯不同於因低溫(1、5 及 9℃)貯藏導致梨果表皮產生黑變斑塊。雖然褐變的面積雖然很大，但顏色明顯較淺淡，而且果實已有脫水皺縮的現象(圖 3)。雖然褐斑明顯和黑斑不同，但是仍然異於正常果實，是否爲老化斑塊(senescence scald)而非寒害表皮燙傷黑斑，目前無法得知。

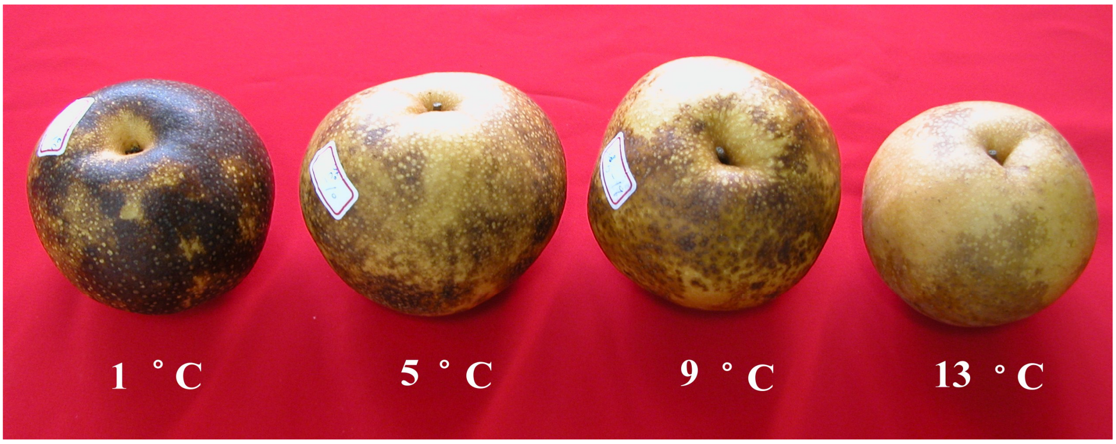


圖 3. 雪梨置於不同溫度 (1、5、9、13℃) 貯藏庫中 30 週，其果實表皮黑變情形。

(一)發生果皮黑變之果實數百分比

梨果貯藏在 1、5、9、13℃中 30 週，就梨果表皮黑變面積超過伍角硬幣大小(3%)的果實數百分比而言，以貯藏在 1℃者最爲明顯嚴重，5℃和 9℃次之，13℃者更少(圖 2A)。

1℃者其果皮黑變果實數目在第 2 週即高達 46%、第 4 週明顯增加至 92%，其後不發生果皮黑變者，直到 30 週也不再發生黑變，即其果皮黑變果實百分比達 92%後不再增加。此結果和王氏(1999)報告極爲相似：雪梨在 2℃中冷藏 2 週即會發生，且發生率即達到總發生率之一半以上；在 2 週後未發生黑變之果實在之後的貯藏期間會發生黑變的機會並不大；發生黑變之果實，隨貯藏時間增加，其黑斑數目會增多而且面積會增大。

貯藏於 5 及 9℃梨果，在第 2 週時二者之黑變果實百分比仍低於 5%，都是 4%。但是第 4 週時二者之黑變果實百分比明顯增加，均高於 10%，分別爲 25%及 42%。置 5℃者，第 6 週倍數增加到 67%暫停、至第 18 週稍增加爲 71%、第 20 週高達 79%後、即不再增加。而 9℃者也在第 6 週增加倍數以上到 83%、第 8 週稍增加爲 92%以後增加極少、第 10 週高達 96%後、暫不再增加，至第 28 週所有受測果實發生黑變，高達 100%。由此結果得知，貯藏於 9℃者其黑變程度比 5℃者更加嚴重(圖 2A)。

而貯藏於 13℃的梨果，在第 2 週時沒有果實發生黑變。而第 4 週果實表皮卻出現了淡褐色變斑點及斑塊，其特徵明顯不同於因低溫(1、5 及 9℃)貯藏導致梨果表皮產生黑變斑塊。發生淡褐色斑塊之果實數在第 4 週約 13%，第 6 週達 21%，第 8 週達 25%、第 10 週倍增爲 50%，之後隨著貯藏時間增長不斷緩慢增加，及至第 24 週 83%後、才不再增加。而貯藏於 13℃的梨果，除了果皮淡褐色變與黑變不同之外，其增加之模式和貯藏較低溫的 1℃、5℃及 9℃之黑變果數百分比，分別在第 4、12 及 10 週後，不再增加之情形，也並不相同(圖 2A)。

雖然侯氏(2002)的結果認為：由於此果皮黑變只發生在 0~3℃低溫，5℃冷藏中之果實並未發生，故將果皮黑變視為雪梨果實之寒害徵狀。不過在本試驗中，貯藏於 5 及 9℃梨果，4 至 6 週期間黑變果實數百分比大量增加，明顯地發生果皮黑變的寒害徵狀(圖 2A)。

(二)果皮之黑變面積百分比

梨果貯藏在 1、5、9、13℃中 30 週，就雪梨表皮黑變面積百分比變化而言，以貯藏在 1℃者最為嚴重，5℃和 9℃次之，13℃者更少(圖 2B)。

貯藏在 1℃者，其果皮黑變在第 2 週即達 6%、第 4 週快速而明顯地增加至 41%、第 6 週緩慢增加而達 51%、而第 8 週增加更為緩和達 55%，以後黑變面積增加的極少。貯藏於 5、9 及 13℃者，在第 2 週時三者之黑變面積均低於 1%。5℃者在第 4 週出現約 3%、第 6 週 12%、第 8 週達 15%、以後黑變面積增加不多。9℃者也在第 4 週出現 3%、第 6 週 21%、第 8 週達 30%、而在第 10 週達 34%後再緩緩地增加。13℃者第 4 週才開始出現近 2%的淡淡褐色斑塊，第 6 週才開始出現約 5%、第 8 週達 7%、第 10 週達 10%、第 12 週增加為 16%、其後不斷緩慢增加、及至第 24 週時達 32%後才稍減緩增加(圖 2B)。

在 13℃的褐斑成長變化情形和 9℃的黑斑成長變化較為相似，即隨著貯藏時間不斷緩慢增加，而和 1 及 5℃處於較低貯藏溫度的黑變面積，在第 8 週後即不再增加之情形並不相同(圖 2B)。另外值得注意的是，貯藏於 13℃的梨果，在第 4 週起即發生顏色極淡的褐斑，其褐斑面積，隨著貯藏期不斷地增長而緩和地增加。其褐斑色澤深淺，隨著貯藏期不斷地增長而不斷地加深。

就雪梨果實在低溫貯藏發生寒害徵狀—果皮黑變的嚴重程度而言，發生黑斑面積百分比之結果，和上述黑變果實數百分比結果極為相似。在 1℃者最嚴重，5℃及 9℃次之，並且隨著低溫期間延長而更為嚴重。

(三)雪梨果實於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 14 週，每 2 週果皮不同黑斑指數之果實數的變化。

雪梨果皮黑變程度，除上述黑變果實數百分比及黑變面積百分比之外，梨果在貯藏期間表皮發生黑斑不同面積大小(黑斑指數由 7 至 1)數量之多寡，應可反映全部受測樣本 96 個果實表皮黑變之嚴重程度及其變動的情形(圖 4、圖 5)。

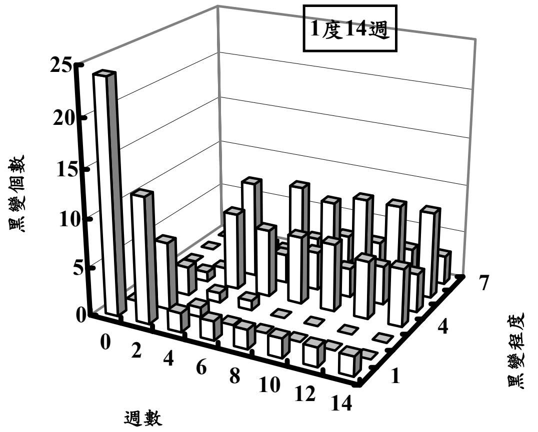
在 1℃下、貯藏 2 週所試驗樣品 24 個果實中，黑斑指數達 4 者 1 個(4%)，黑斑指數 3 者 3 個(13%)，黑斑指數 2 有 7 個(29%)，黑斑指數 1 者 13 個(54%)，其中黑斑指數在 2 以下者 20 個佔了 83%。隨著冷藏期間增長，黑變程度加重，黑斑面積快速增大。在貯藏 4 週後，黑斑指數高達 6 者 2 個(8%)，黑斑指數達 5 者 10 個(42%)，黑斑指數 4 者 8 個(33%)，其中黑斑指數超過 4 者 20 個佔了 83%，果皮黑變程度很嚴重。貯藏 6 週，梨果黑斑指數高達 7 者 2 個(8%)，黑斑指數達 6 者 9 個(38%)，黑斑指數達 5 者 3 個(12%)，黑斑指數約 4 者 7 個(29%)，其中黑斑指數超過 4 者 21 個佔了 88%，而黑斑指數超過 5 者 14 個、就佔了 58%，黑變程度更加嚴重(圖 4A)。顯然果實黑斑面積，會隨著低溫冷藏時間增加而擴增。和王氏(1999)及侯氏(2002)的報告結果很相近。

雖然在前 6 週，果實黑斑面積會隨著低溫冷藏時間增加而明顯擴增。不過在 1℃下的第 6 週到第 8 週期間，果皮黑斑面積增加驟減，其中黑斑指數超過 4 者 22 個只增加 1 個、約佔了 92%只增加 4%，黑斑指數超過 5 者 15 個也只增加 1 個、約佔了 63%只增加了 5%，而黑斑指數超過 6 者 11 個、約佔 46%，並未有所增加。而第 8 至 14 週期間，果皮各個黑斑指數均幾乎不再增加(圖 4A)。

如果以每 2 週果皮不同黑斑指數之果實數的變化模式作比較，雪梨果實置於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 14 週，和 1℃變化最相近者是 9℃，而不是 5℃(圖 4、圖 5)。在 9℃下 2 週，黑斑指數 2 者只有 1 個(4%)，黑斑指數在 1 者有 23 個(96%)，黑變情形並不明顯。貯藏 4 週後，所試驗樣品 24 個果實中，黑斑指數達 2 者有 10 個(42%)，黑斑指數 1 者有 14 個(58%)，黑變情形仍不明顯。但是隨著冷藏期間增長，貯藏 6 週，黑變程度加重，黑斑面積快速增大，黑斑指數達 5 者 1 個(4%)，黑斑指數 4 者 10 個(42%)，黑斑指數 3 者 4 個(17%)，

黑斑指數 2 有 5 個(21%)，其中黑斑指數超過 3 者 15 個佔了 63%。貯藏 8 週，黑斑指數達 5 者 6 個(25%)，黑斑指數達 4 者 12 個(50%)，黑斑指數達 3 者 3 個(12%)。其中黑斑指數超過 3 者 21 個佔 87%，增加 6 個(14%)，黑斑指數超過 4 者 18 個佔 75%，增加 7 個(29%)，黑變程度更加嚴重(圖 5A)。顯然在 9℃下梨果之黑斑面積，也會隨著低溫冷藏時間增加而擴增，只是果皮黑變徵狀，在時間上及程度上不如 1℃快速及嚴重而已。此結果與侯氏(2002)的報告，梨果表皮黑變只發生在 0~3℃，5℃以上之溫度並未發生，並不相同。不過在 9℃下、10 週後，果皮黑斑指數變化增加速度驟減，其中黑斑指數超過 3 者佔 87%，超過 4 者佔 75%，二者都未增加，僅黑斑指數超過 5 者 8 個增加 2 個、佔 33%約增加了 8%。而第 10 至 14 週期間，各果實黑斑指數則幾乎不再增加。(圖 5A)。

(A)



(B)

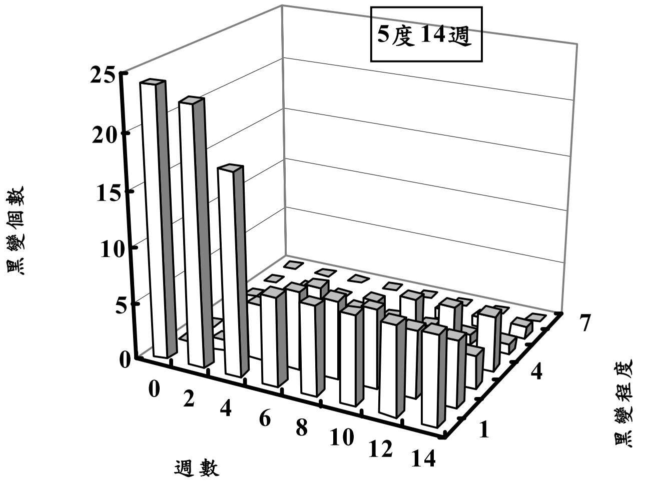


圖 4. 雪梨置於(A) 1℃及(B) 5℃貯藏庫中 14 週，每 2 週其果皮不同黑斑指數之果實數的變化。

如果以每 2 週果皮不同黑斑指數之果實數的變化模式作比較，雪梨果實於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 14 週，是以 5℃的結果相對較好(圖 4B)。在 5℃下貯藏 2 週，黑斑指數 2 以上者只有 1 個(4%)，黑斑指數在 1 以下者有 23 個(96%)，黑變情形並不明顯。貯藏 4 週後，所試驗樣品 24 個果實中，黑斑指數達 4 者有 1 個(4%)，黑斑指數 2 者有 5 個(21%)，黑斑指數 1 者 18 個(75%)，黑變情形並不如 1 及 9℃明顯。隨著冷藏期間增長，類似 9℃一般；

在 5℃貯藏庫內 6 週，黑變之變化較大，黑變程度加重，黑斑面積增大，黑斑指數達 5 者 1 個(4%)，黑斑指數 4 者 2 個(8%)，黑斑指數 3 者 6 個(25%)，黑斑指數 2 者 7 個(29%)，黑斑指數在 1 者 8 個(33%)。其中黑斑指數超過 3 者 9 個約占 38%，比 9℃的 15 個約占 63% 爲低。顯然在 5℃梨果黑斑面積，雖也會隨著低溫冷藏時間增加而擴增，只是果皮黑變徵狀之嚴重程度上不如 1 及 9℃。至於 8 週後間，果皮黑斑面積之增加速度驟減，其中黑斑指數超過 3 者 9 個、約占 38%，並未有所增加。8 週以後至 14 週期間，各果實黑斑面積之變化，則幾乎不再增加與減少(圖 4B)。值得注意的是，侯氏(2002)在雪梨連續二年的低溫貯藏試驗結果，梨果表皮黑變只發生在 0~3℃，而 5℃以上之溫度並未發生。相同是梨山地區的雪梨果實，有不同的結果，其造成原因是由於不同的果農、不同的年度，還是不同的採收成熟度所導致的，不得而知，尚待進一步的研討。

在 13℃下 2 週，所試驗樣品 24 個果實中，沒有任何果實表皮有黑斑出現。但是隨著冷藏期間增長，在貯藏 2 到 8 週期間，黑變程度增加的很少，黑斑面積緩緩地增大。第 8 週後，黑斑指數達 5 者 1 個(4%)，黑斑指數 4 者 2 個(8%)，黑斑指數 2 有 3 個(13%)，其中黑斑指數超過 3 者 3 個、僅占了 12%。貯藏 10 週，果皮黑變的程度突然加劇，黑斑面積增大加快。黑斑指數達 5 者 1 個(4%)，黑斑指數達 4 者 3 個(13%)，黑斑指數達 3 者 2 個(8%)，黑斑指數 2 者有 6 個(25%)。其中黑斑指數超過 3 者 6 個(25%)增加了 3 個(12%)，黑變程度在這 2 週之間有了明顯增加趨勢(圖 5B)。不過在 13℃下的第 10 至 14 週期間，隨著冷藏期間增長，黑變程度仍然緩慢地加重，黑斑面積也緩步地增大，和在 1、5、9℃貯藏者其黑斑面積幾乎不再增加的情形大不相同(圖 4，圖 5)。

其實雪梨果皮在 13℃下，產生的淡褐色斑點(塊)，明顯和更低溫度貯藏後所產生的黑褐斑點(塊)不同，但是仍然異於正常果實。此淡褐色斑點與斑塊是否爲老化斑塊，而非寒害表皮燙傷黑變斑塊。抑或是黃姓果農大量採收雪梨後(12 月 16 日至 19 日)，在尚未運送至宜蘭大學前(12 月 20 日)，先置放在簡易鐵皮屋工寮內二或三天期間，受到 2 至 8℃低溫的寒害誘導之後，再置於 13℃貯藏庫回溫後，而緩緩出現相對較輕微的寒害徵狀。其確實肇因，則有待進一步探究。

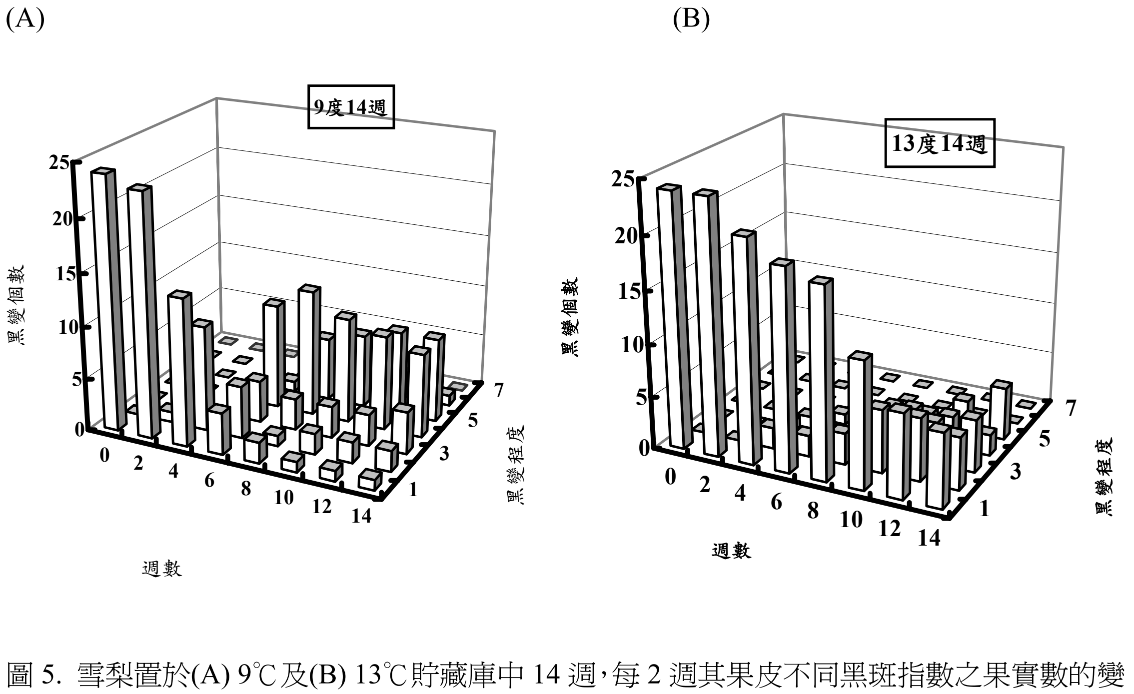
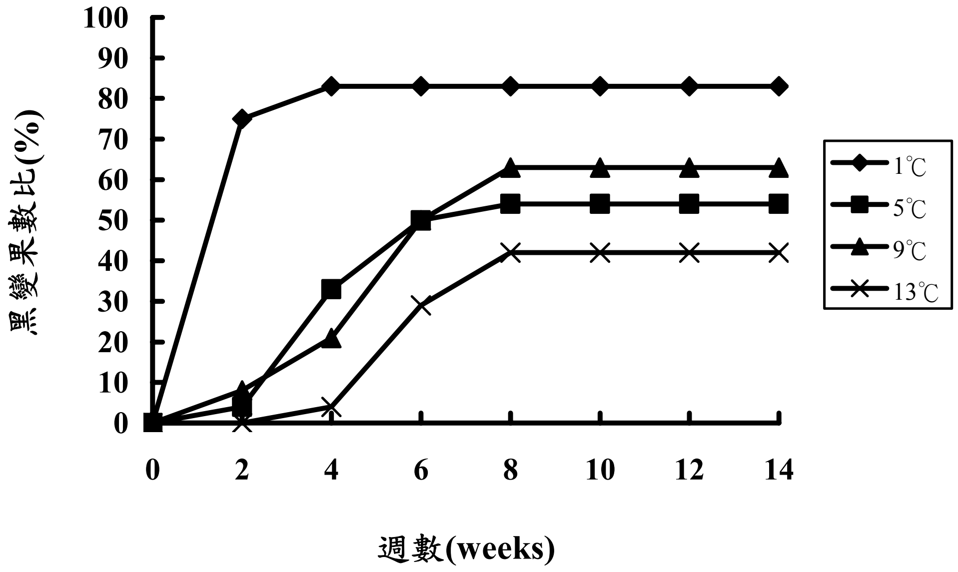


圖 5. 雪梨置於(A) 9℃及(B) 13℃貯藏庫中 14 週，每 2 週其果皮不同黑斑指數之果實數的變化。

三、貯藏溫度對‘新雪’梨果皮黑變以及果肉硬度與糖度之影響

這組試驗是將貯藏在 1、5、9、13℃為期 14 週的梨果，每 2 週以逢機取樣方式調查黑變情形，及經破壞性來測量其硬度及糖度之變化。梨果表皮黑變之情形及模式，和前述連續性調查不同貯藏溫度(1、5、9、13℃)對‘新雪’梨果皮黑變之影響的結果頗為相似(圖 2，圖 6)。不論在黑變果實數百分比及黑變面積百分比上，都沒有大的差異存在。在各溫度之貯藏期間果皮的黑變，仍然以 1℃最嚴重，5 及 9℃次之，13℃再次之(圖 6)。

(A)



(B)

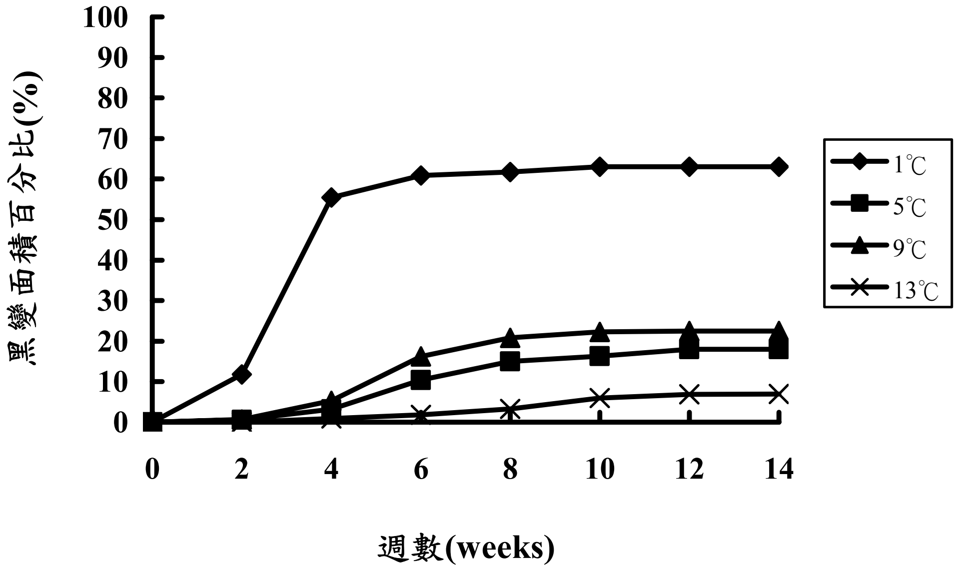


圖 6. 雪梨果實置於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 14 週，(A)果皮黑變果實數百分比(%)與(B)果皮黑變面積百分比(%)之變化。

對於某些水果而言，質地變軟可以增進品質，如西洋梨和水蜜桃等，但是對於另外一些水果而言，質地變軟會降低其品質，如蘋果、梨、桃等在果實成熟和完熟期間均會發生硬度下降、不溶性原果膠(protopectin)減少，及可溶性果膠物質如果膠或果膠酸(pectinic acid)增加之趨勢(劉, 1994；Wills et al., 1998)。‘鴨梨’果實在貯藏期間其果肉硬度的下降程度，和其果肉內含的細胞壁多醣(cell-wall polysaccharides)分解酵素活性之高低有關(Ning et al., 1997)。通常，亞洲梨在採收及貯藏後，其果實之質地(texture)並不會明顯地改變(Mitcham and Mitchell, 2002)。同時，它採收時即可食用，果肉脆而多汁甜美，不用像西洋梨，需經過後熟之後、變軟才食用(Mitchell, 1992)。所以，果肉糖度或硬度之高低，成為東方梨品質良好與否的主要指標之一。

在美國華盛頓州種植各個品種的亞洲梨，採收後果實的硬度會隨著冷藏時間的增加而降低，也造成果實品質的下降(Larsen et al., 1993)。雖然，侯氏(2002)的報告指出，雪梨果實(PE 袋包裝)經低溫(1~2℃)長期貯藏 6.5 個月，其硬度並未隨著貯藏時間增加而顯著減少。不過，本試驗貯藏在 1、5、9、13℃的雪梨果實，在這 14 週期間(2、4、6、8、10、12、14 週)果肉品質之硬度，隨著貯藏期間之增加而逐漸遞減。以 5℃為例，由每平方公分約 1350 公克轉變為約 1000 公克。並且果肉之硬度隨也著貯藏溫度之提高，而降低更多、果肉變得更軟(圖 7A)。同為梨山雪梨，但兩者有明顯之差異，是否與前者以 PE 袋單果包裝置果盤成箱，失水極少(1%)，而後者係裸果裝置果盤成箱，失水較高(＞3%)(圖 1B)所導致。抑或由於是不同年份產品或不同果農生產所致，仍待探究闡明。

園產品大多含有糖分，而且糖分的種類及含量多少，常為決定品質之重要因素(劉, 1994)。一般蔬菜及水果中所含的糖類，包括了蔗糖、葡萄糖及果糖等，其最主要的(predominant)糖類因作物種類不同而異；梨果的糖含量約為鮮重的 10%，而且是以果糖為最主要的糖類，約為糖含量的 70% (Wills, 1998)。雪梨貯藏期間果實的總可溶性固形物(°Brix)含量變化不大，低溫(1℃)貯藏 3 個月後，其可溶性固形物約 13~14 °Brix 左右，貯藏 6.5 個月後可維持 12~13 °Brix，約下降 1 °Brix(侯, 2002)。本試驗也有相似的結果。果肉的糖度變化，在這 14 週期間差異並不明顯劇烈，大都維持約在 14 到 13 °Brix 之間。不過仔細觀察，糖度從最高 13.8 °Brix 轉變為最低的 12.8 °Brix，似乎有隨著貯藏期間(2、4、6、8、10、12、14 週)之增加而有逐漸遞減現象，而且經過 14 週下降約 1 °Brix 左右。同一個時期，果肉之糖度變化，也隨著貯藏溫度(1、5、9、13℃)之提高，而有依序降低之趨勢(圖 7B)。

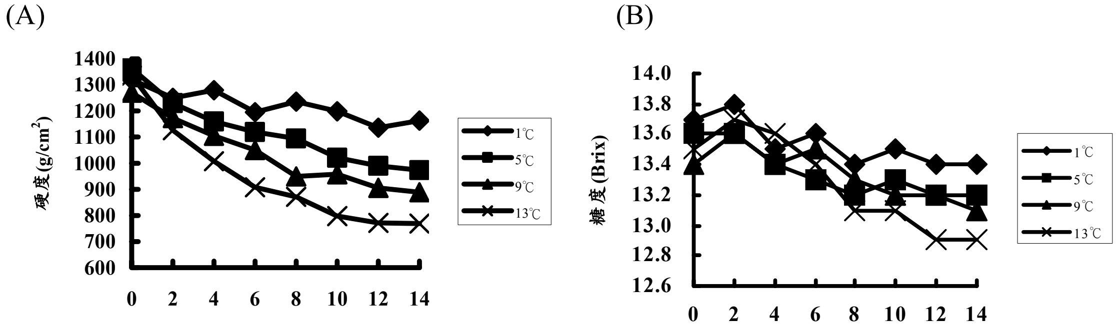


圖 7. 雪梨置於 1、5、9 及 13℃貯藏庫中 14 週，其果肉(A)硬度與(B)糖度之變化。

誌 謝

本研究承蒙農委會連忠勇技正、農糧署黃碧海技正提供寶貴意見、本校石正中教授慨借儀器，羅世邦同學協助試驗進行，謹此致謝。

參考文獻

1.王自存。1995。橫山梨之貯藏特性與貯藏條件之研究。園產品採收後處理與運銷技術研討會專刊。 85~95 頁。台灣省農業試驗所。台中霧峰。

2.王自存。1999。雪梨果實在低溫儲藏過程中果皮之黑色病變。國立台灣大學園藝學系園產品處理研究室研究報告。17 頁。

3.朱長志。1966。第八輯園藝作物 第一篇 果樹。第三十章 梨 p. 453-470。

4.李信芳。1980。梨。台灣農家要覽(上) p. 803-815。台北豐年社。

5.李美蘭,. 1988. 橫山梨果實採收後生理及低溫障礙. 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文 82 頁。

6.呂明雄、李堂察。1996。寄接梨果實採收與貯藏。降低寄接梨生產成本推廣手冊。 p. 55~57. 台灣省政府農林廳。

7.林嘉興、廖萬正、林信山、張林仁。1991。梨栽培之回顧與展望。台灣果樹之生產及研究發展研討會專刊 p. 379~396。

8.黃振文。1996。梨樹之主要病害及其防治。降低寄接梨生產成本推廣手冊。 p. 64~76。台灣省政府農林廳。

9.侯惠茹。2002。砂梨之低溫貯藏與生理障礙之研究。國立台灣大學園藝研究所碩士論文。122 頁。

10. Baba, N., A. Tsuru, T. Ibaraki, and T. Hirano. 1990. Preventing black speck injury of late maturing Japanese pear (1) The cause of black speck injury of Japanese pear ‘Shinsetsu’ and the storage condition for preventing the injury. Bull. Fukuoka. Agric. Res. Cent. B-10: 77-80. (In Japanese; English abstract)

11.Chio, S. J., Y. P. Hong, and Y. B. Kim. 1995. Pre-storage treatment to prevent fruit skin blackening during cold storage of Japanese pear ‘Singo’ (‘Nittaka’). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36: 218-223.

12. Ingle, M. 2002. Physiology and biochemistry of superficial scald of apples and pears. Hort. Rev. 27: 227-267.

13. Kays, S. J. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. Van Nostrand Reinhold, New York. 532pp.

14.Kays, S. J. and R. E. Paull. 2004. Postharvest biology. Exon Press. Athens, GA. 567pp.

15.Larsen, F. E., S. S. Higgins, M. E. Patterson, V. K. Jandhyala, and W. Nichols. 1993. Quality, maturity, and storage of Asian pears grown in central Washington. J. Prod. Agric. 6(2): 247-251.

16. Mitcham, E. J. and F. G. Mitchell. 2002. Postharvest handling systems: Pome fruits. P.333-344. In：A.A. Kader. (Technical Editor). Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3rd ed. Univ. of Calif., Div. of Agric. & Nat. Resources, Publication#3311.

17. Mitchell, F. G. 1992. Postharvest handling systems：Temperate Zone Tree Fruits (Pome Fruits and Stone Fruits) P.215-221. In: A. A. Kader. (Technical Editor). Postharvest Technology of Horticultural Crops. 2nd ed. Univ. of Calif., Div. of Agric. & Nat. Resources, Publication#3311.

18.Ning, B., Y. Kubo, A. Inaba, and R. Nakmura. 1997. Softening characteristics of Chinese pear ‘Yali’ fruit with special relation to changes in cell-wall polysaccharides and their degrading

enzymes. Sci. Rep. Fac. Agri. 86: 71-78.
19.Yang, Y. J. 1997. Effect of controlled atmospheres on storage life ‘Niitaka’ pear fruit. J. Kor. Hort. Soc. Hort. Sci. 38:734-738.

Effect of Storage Temperature on Skin Blackening and Flesh Quality in Harvested Fruit of Japanese Pear 'Shinsetsu' (*Pyrus pyrifolia* Nak.var. Shinsetsu)

Chun-Teh Kuo[1], Jinn-Chin Yiu[1], and Chih-Sheng Chang[2]

[1]Associate Professor (corresponding author) and Assistant Professor, respectively, Dept. of Horticulture, National Ilan University.

[2]Associate Horticulturist and Chief of Crop Improvement Section, TDARES, Council of Agriculture, Executive Yuan.

Summary

The goal of this research was to investigate the effects of storage temperature on flesh quality and skin blackening in harvested fruits of Japanese pear 'Shinsetsu' produced in central Taiwan. After stored at 1, 5, 9, and 15 ℃ for 30 weeks, the percent of rotting ant weight loss in sampling fruits were both increased when refrigerating temperature decreased. The percent of rotting and weight loss of fruits stored at 1℃ were below 5% and 7%, respectively. It was suggested the shelf-life duration of post-harvest pear could be maintained for up to 30 weeks at low temperature (1-5℃). However, fruit skin blackening disorder (like superficial scald) development at the epidermal tissue was observed after 2, 4, and 6 weeks storage at 1, 5, and 9℃, and was heavily reduced commercial value. This physiological disorder was only occurred at skin region, the flesh tissue was remained normal throughout storage period. It was found when storage temperature decrease, the fruit skin blackening scald development could extend to a greater extent. It could be concluded that the fruit skin blackening of postharvest pear was a physiological disorder, chilling injury induced by low temperature. The more weight loss the less skin blackening scald was found when stored at 1 and 5 ℃. It was also observed that the percent of weight loss had no direct effect on the scald development in epidermal tissues of fruits. The firmness and total soluble solids content of flesh in harvested fruits were both slowly decreased, as storage temperature increased and storage duration extended to 14 weeks.

key words: fruit skin blackening, superficial scald, physiological disorder, chilling injury, Japanese pear, 'Shinsetsu' pear, fruit quality, storage temperature

1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦後熟生理之影響

李建勳 [1] 楊正山 [2] 柯立祥 [3]
行政院農業委員會臺東區農業改良場 助理研究員 [1] 研究員兼主任 [2]
國立屏東科技大學農園生產系教授 [3]

摘 要

鳳梨釋迦夏期果及冬期果以1-MCP處理後，並以未處理1-MCP之果實做爲對照組，分別貯藏於10℃、15℃、20℃、25℃等不同溫度條件下，調查不同貯藏溫度對果實後熟之影響。結果顯示，鳳梨釋迦果實以低溫貯藏或1-MCP處理後皆具有抑制呼吸率及乙烯產生量的效果，並可延緩果實後熟時間。在不同貯藏溫度下，後熟速度隨著貯藏溫度的下降而變慢，但貯藏於10℃時則無法正常後熟。夏期果以低溫貯藏或1-MCP處理雖然可以延緩採後裂果的發生，但無法降低裂果的發生率。而果實如於5℃或10℃分別貯藏5日、10日、15日後，再移到20℃，仍可以後熟，但在低溫貯藏時間愈久，回溫後果實後熟速度愈快，櫥架壽命愈短。而以5℃貯藏時，雖然貯藏時間較10℃爲長，但回溫後果實易發生寒害現象。

關鍵字：鳳梨釋迦、後熟、1 甲基環丙烯

前 言

番荔枝屬(*Annona*)作物在世界上有經濟栽培的地區或國家，包括以色列、澳大利亞、南美及東南亞部分地區，其中以冷子番荔枝(Cherimoya)、鳳梨釋迦(Atemoya)與番荔枝(Sugar apple)爲主要栽培品種(Batten, 1990；Rao, 1974；Wills et al., 1984)。而國內目前番荔枝主要栽培品種包括粗鱗種、軟枝種、台東一號、大目種等，及冷子番荔枝與番荔枝之雜交種鳳梨釋迦。

番荔枝果實貯藏壽命的長短，除因品種不同而有差異外，採收成熟度及貯藏溫度等，皆爲影響果實後熟快慢的重要因子(柯等, 1983；楊, 2000；Brown and Scott, 1985；Chen, 1998；Sams,1999)。此外番荔枝屬之不同品種間對於低溫的忍受程度亦各不相同，如番荔枝原產於熱帶，對於低溫較爲敏感，寒害的臨界溫度較高，貯藏在 15℃以上時可正常後熟(柯等,1983；楊, 2000)，但在低於 10℃之溫度下貯藏時，果實易造成寒害，鱗目外觀褐化，果實變硬，不能正常後熟。冷子番荔枝 'Fino de Jete'品種於 10℃貯藏 6 天，果實能夠後熟而達到可食用階段，但如於 8℃貯藏 12 天時需回溫至 20℃才可後熟(Alique et al., 1994)。而據 Will 等 (1984) 研究，適合鳳梨釋迦貯藏的溫度爲 15℃~25℃，當貯藏溫度爲 20℃時，果實風味較佳，貯藏溫度爲 15℃時，則有較長貯藏時間。而如貯藏於 0~10℃時則易造成寒害。但 Brown 等 (1985)則認爲，鳳梨釋迦 'African Pride'品種於 8℃時貯藏一週對果實外觀沒有傷害且風味良好。

由於番荔枝爲更年性水果(柯等, 1983；楊, 2000)，採收後於室溫下3~5天即已軟熟，且不耐於低溫貯藏，不適於長期貯運 (楊, 1996)，不易發展外銷。而鳳梨釋迦因風味良好，並能符合國外消費需求(Batten, 1990；Wills et al., 1984)，且果實性狀介於兩親本之間，較耐低溫貯藏，頗具發展外銷潛力。但鳳梨釋迦栽培上因夏期果採後在後熟過程中常有裂果的情形發生，導致夏期果不具商品價值，因此目前皆以生產冬期果爲主(楊, 1987)。近年來因爲產期調節及人工授粉等栽培技術的改進，鳳梨釋迦果實品質及產量皆大幅提高，爲避免國內市場發生飽和而影響農民收益，應積極發展出口外銷之可行性，但要發展外銷，必須加強相關鳳梨釋迦果實採後保鮮技術與貯藏方法的研究，才能達到延長果實貯藏壽命並開拓海外市場的目的。

材料與方法

一、試驗材料：

果實採自台東縣卑南鄉之鳳梨釋迦果園，採收時期依試驗期間所需，夏期果採收時間為 10 月中旬，冬期果採收時間為 1~3 月中旬採收，採收成熟度約為 7 分熟，採收時果實外觀色澤已略呈乳黃色。

二、試驗方法：

(一) 1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦果實後熟之影響

10 月中旬採收之夏期果及 1 月中旬採收之冬期果，分別於當日上午採收後即送回實驗室處理，在室溫下將果實放入可密閉之塑膠容器內，以 1-MCP 錠劑 (含 1-MCP 有效成分為 0.07%) 2ppm，加水處理釋放出 1-MCP 氣體後，密閉燻蒸處理 12 小時，再將經 1-MCP 處理之果實及未經 1-MCP 處理(對照處理)之果實分別置入 10℃、15℃、20℃、25℃之呼吸缸中，每日調查鳳梨釋迦果實之呼吸率及乙烯產生量之變化。另外將再經過 1-MCP 處理之果實及未經 1-MCP 處理(對照處理)之果實分別放置於 10℃、15℃、20℃、25℃之恆溫貯藏室中，調查不同溫度及 1-MCP 處理對鳳梨釋迦果實後熟之影響。每項溫度處理包括經 1-MCP 處理及未經 1-MCP 處理之果實各 16 個，夏期果及之冬期果各計 128 個果實，共計 256 個果實。

(二) 不同低溫貯藏日數對鳳梨釋迦果實後熟之影響

將 3 月中旬採收之鳳梨釋迦冬期果，於當日上午採收後即送回實驗室處理，將果實分別置於 5℃、10℃等 2 種不同貯藏溫度之冷藏庫中，分別貯藏 5 日、10 日、15 日後，再移到 20℃之恆溫室中，調查鳳梨釋迦果實於以 5℃、10℃經過不同日數貯藏後，對果實後熟及外觀色澤之影響。2 種不同貯藏溫度處理及 3 種不同貯藏日數處理，每貯藏處理各 20 個果實，共計 120 個果實。

三、調查方法：

1.呼吸率及乙烯產生量之測定：以氣相層析儀分別以 TCD(Thermal conductivity detector)測定二氧化碳濃度及 FID(Flame ionization detector)測定乙烯濃度，單位分別以 mg CO_2/kg.hr 及 μl C_2H_4/kg.hr 表示。
2.後熟之判斷：以手指壓觸果實中央部位，當軟化程度達到可供食用的階段時，做為後熟指標。
3.採後裂果之調查：以後熟過程中果梗周圍出現明顯開裂時，做為判斷指標。
4.果實硬度：利用日本製物性測定儀(型號 CR-200D) 測定單位面積內穿刺果肉所需重量，每果測定 3 點，求其平均值，單位以kg/㎝^{2}表示。
5.果皮顏色：以色差儀(型號 NR-3000)分別於每果上、中、下測 3 點，求其平均值，果皮顏色以 L a b 值表示。 L：明亮度 ＋a：紅色 －a：綠色 ＋b：黃色 －b：藍色

結果與討論

一、1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦果實呼吸率及乙烯產生量之影響

圖 1、圖 2 分別為鳳梨釋迦夏期果與冬期果採後呼吸率之測定結果，由呼吸高峰產生的變化可知，鳳梨釋迦為高呼吸率之更年性水果(楊, 2000；Batten, 1990；Paull, 1996；Wills et al., 1984)，採收後在 25℃室溫下其呼吸率已開始上升。試驗中夏期果以 1-MCP 處理之果實在 10℃、15℃、20℃、25℃不同貯藏溫度時，其呼吸率在更年性上升前為 22.1~51.1mg CO_2/kg.hr，而對照處理之果實則為 21.8~137.8 mg CO_2/kg.hr，在進入更年高峰時 1-MCP 處理果實之呼吸率為 47.9~156.3 mg CO_2/kg.hr，而對照處理果實則為 65.7~282.0 mg

CO_2/kg.hr。冬期果以 1-MCP 處理之果實在 10℃、15℃、20℃、25℃不同貯藏溫度時，其呼吸率在更年性上升前為 15.2~66.7mg CO_2/kg.hr，而對照處理果實則為 30.1~83.5 mg CO_2/kg.hr，在進入更年高峰時 1-MCP 處理果實之呼吸率為 29.3~123.3mg CO_2/kg.hr，而對照處理果實則為 66.9~159.2 mg CO_2/kg.hr。由測定結果可知，在相同溫度條件下，經 1-MCP 處理果實的呼吸率較對照處理果實為低，在不同溫度條件下，果實的呼吸率隨貯藏溫度的降低而降低，其中以 25℃時呼吸高峰變化較為明顯，而 10℃時則無明顯呼吸高峰。同時乙烯產生量的變化上(圖 3、圖 4)也呈現與呼吸率相似的結果，在相同溫度條件下，以 1-MCP 處理的果實，乙烯產生量較對照處理果實為低，在不同溫度條件下，乙烯產生高峰則隨貯藏溫度的降低而延後，而乙烯產生量的增加則發生在呼吸高峰之後。

呼吸作用是果實採收後重要的代謝過程之一，亦是生理活性與貯藏壽命指標，呼吸率高峰強度在不同種類果實間差異很大，而番荔枝果實於後熟期間不同品種間便有不同形式的呼吸率變化(楊, 2000；Brown et al., 1988；Wills et al., 1984)。呼吸率的高低直接關係果實貯藏壽命的長短，由於呼吸率的急遽上升和果實的後熟往往同時開始，因此鳳梨釋迦採收後不耐貯藏可能與其更年性出現之高呼吸率有關，為延長鳳梨釋迦果實的櫥架壽命，應設法在果實呼吸高峰出現前降低其呼吸率(柯等, 1983；楊, 1996)。乙烯為一種植物荷爾蒙，可直接或間接影響植物的生理代謝作用，果實採收後常因乙烯的作用而造成老化，失去商品價值，因此如能有效的抑制果實採收後乙烯產生的影響，或降低乙烯的產生量，將有助於延長果實貯藏壽命(Brown et al., 1988；Paull, 1996)。1-MCP(1-Methylcyclopropene)為一種乙烯作用抑制劑，可與乙烯競爭結合位置(Binding site)而與植物體細胞膜上的受質 (Receptor)結合，阻斷受體與乙烯的結合而達到抑制乙烯作用的效果，經過一段時間，當新的受體再度合成或 1-MCP 從受體解離出來後，果實便可因乙烯的催化而重新啓動後熟的反應(Golding et al., 1998；Porat et al., 1995；Sisler et al., 1996)。在過去相關採後處理的研究報告指出 1-MCP 除可用於切花保鮮外(Porat et al., 1995)，對柑桔(Porat et al., 1999)、香蕉(Golding et al., 1999；Jiang et al.,1999)等果實亦具有抑制老化，延長貯藏壽命的作用。而由調查結果顯示，鳳梨釋迦果實利用低溫貯藏或 1-MCP 處理皆具有抑制呼吸率及乙烯生合成的作用。

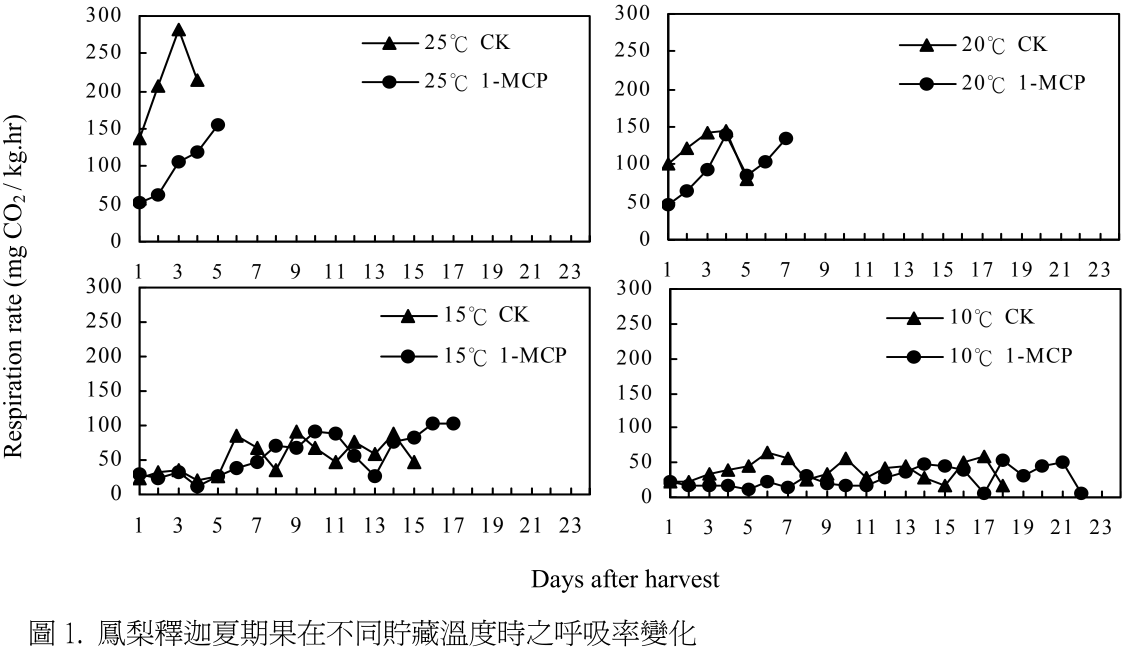


圖 1. 鳳梨釋迦夏期果在不同貯藏溫度時之呼吸率變化

Fig.1.Changes of respiration rate of Atemoya summer fruits at different storage temperatures.

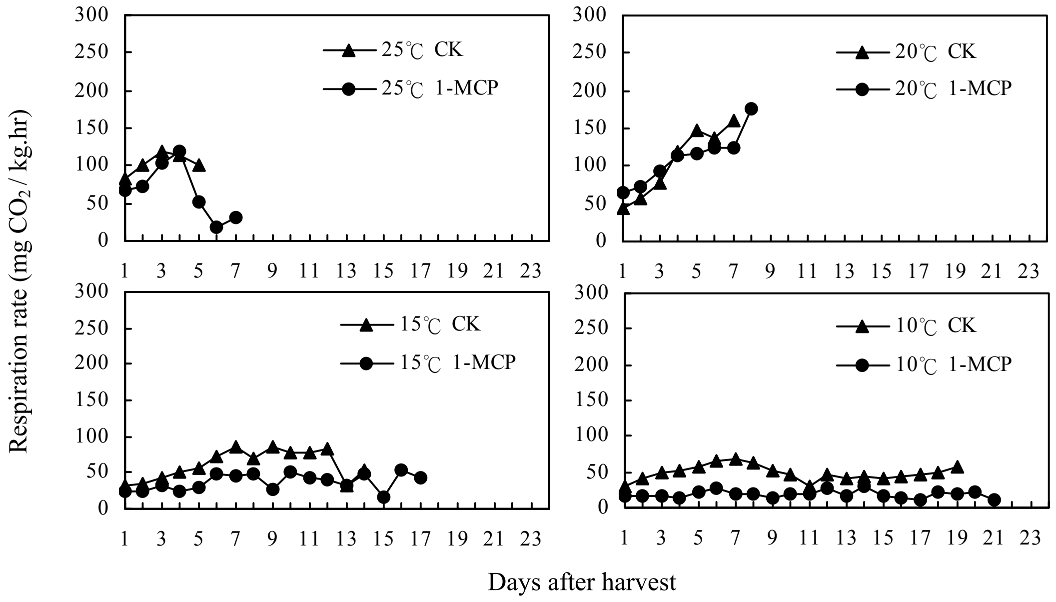


圖 2. 鳳梨釋迦冬期果在不同貯藏溫度時之呼吸率變化

Fig.2. Changes of respiration rate of Atemoya winter fruits at different storage temperatures.

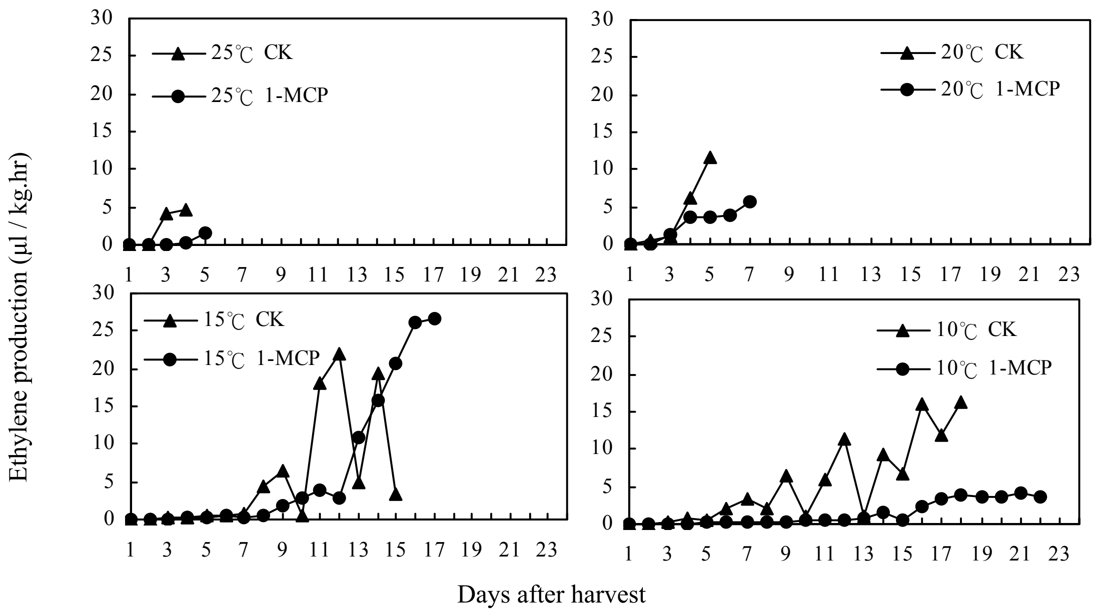


圖 3. 鳳梨釋迦夏期果在不同貯藏溫度時之乙烯產生量變化

Fig.3.Changes of ethylene production of Atemoya summer fruits at different storage temperatures.

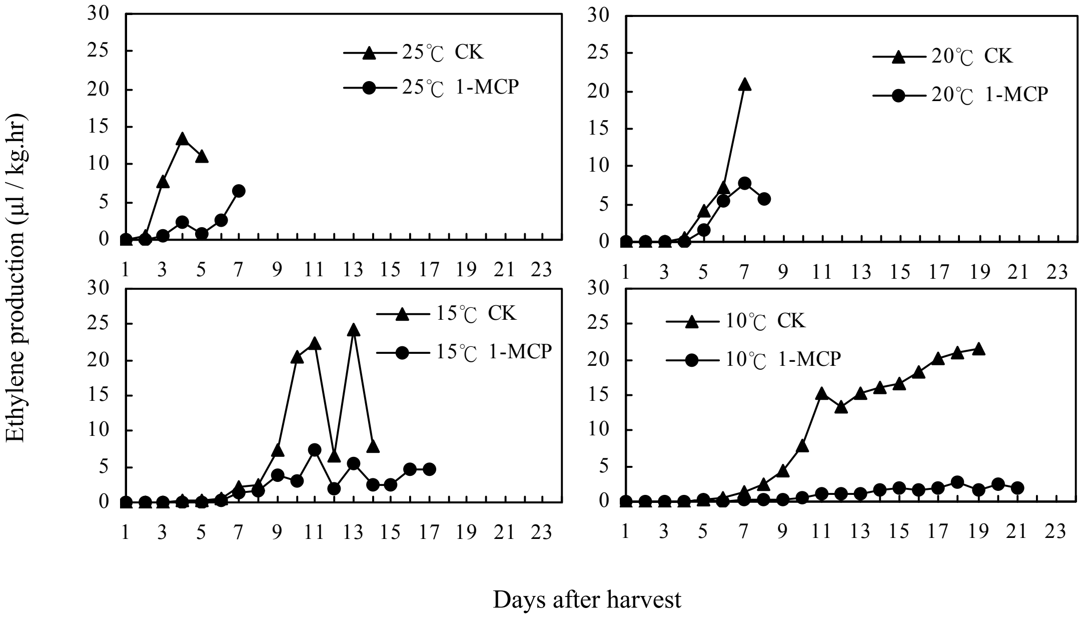


圖 4. 鳳梨釋迦冬期果在不同貯藏溫度時之乙烯產生量變化
Fig.4. Changes of ethylene production of Atemoya winter fruits at different storage temperatures.

二、1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦夏期果採後裂果之影響

鳳梨釋迦夏期果採後貯藏期間，採後裂果率的調查結果如圖 5 所示。貯藏溫度愈高，裂果發生時間愈快。在 10℃、15℃、20℃、25℃不同溫度貯藏時，經 1-MCP 處理之果實，裂果高峰期分別出現在採收後第 21 日、9 日、6 日、6 日，而對照處理之果實，裂果高峰期則分別出現在採收後第 9 日、9 日、3 日、3 日，顯示 1-MCP 處理之果實的裂果高峰期較對照處理之果實有延後的現象，且延後的時間隨貯藏溫度的降低而有延長的趨勢。雖然不同貯藏溫度及 1-MCP 處理之果實採後裂果發生的時間有所差異，但各不同處理間之果實，在達到後熟前，因果實全部發生裂果情況，致使發霉而失去商品價值。

依據 Paull (1996)對於鳳梨釋迦夏期果採後裂果的研究指出，當鳳梨釋迦果實採收後，呼吸速率達到高峰期，而乙烯產生量逐漸增加時，開始有裂果的情況產生，意即鳳梨釋迦採後裂果的發生可能與更年性呼吸高峰出現及乙烯的誘發有關，當鳳梨釋迦果實進入後熟階段時，爲裂果發生的高峰期。因此如果改變鳳梨釋迦果實的呼吸率及乙烯產生量，便可能會影響採後裂果的發生情況。由本試驗中夏期果採後裂果率的調查結果發現(圖 5)，鳳梨釋迦夏期果裂果高峰期，隨貯藏溫度的降低及 1-MCP 處理而呈現延後的現象。因此推測鳳梨釋迦果實經 1-MCP 處理或低溫貯藏後，由於呼吸率及乙烯產生量的作用受到抑制，延緩後熟時間，因而使得裂果高峰期延後。

雖然利用 1-MCP 處理或低溫貯藏方式皆具有降低鳳梨釋迦果實的呼吸率及乙烯產生量，並延緩夏期果採後裂果發生的效果，但由試驗結果得知，仍無法降低夏期果採後裂果的發生率，而此結果可能與果實發育期間之氣象因子不同有關，由於果實發育期間生長環境的差異，因而使得冬期果與夏期果發育情況產生差異，並影響採後裂果的發生(Garcia-Luis, 1994；Paull, 1996；Wood and Reilly, 1999)。

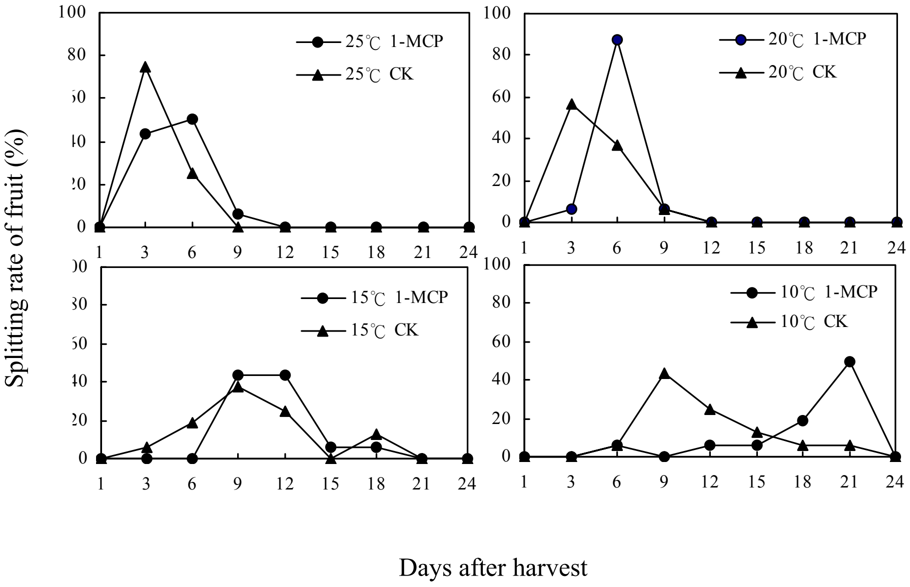


圖 5. 1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦夏期果裂果率之影響
Fig.5. Effects of 1-MCP and storage temperature on the splitting rate of Atemoya summer fruits.

三、1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦果實後熟之影響

圖 6 爲鳳梨釋迦冬期果在不同溫度貯藏期間果實硬度的變化調查，由硬度的變化趨勢可知，經低溫貯藏或 1-MCP 處理後的果實，硬度下降相對較慢，因此後熟程度較對照處理之果實有呈現延後的情況，果實外觀顏色較爲鮮綠(圖 7)。同時由果實的後熟變化調查結果(圖 8)，顯示在 10℃、15℃、20℃、25℃不同溫度貯藏時，除貯藏於 10℃之果實，在未完全後熟前因果梗基部附近出現褐化或開裂的情況，而未正常後熟外，貯藏於 15℃、20℃、25℃之果實，皆可正常後熟，而後熟速度則隨著貯藏溫度的升高而加快。經 1-MCP 處理之果實，貯藏於 15℃、20℃、25℃時分別於採收後第 13 日、7 日、5 日，發生後熟的現象，至採收後第 16 日、9 日、8 日，全部後熟，而對照處理之果實，則分別於採收後第 8 日、6 日、4 日，便發生後熟的現象，至採收後第 11 日、8 日、6 日，全部後熟，後熟速度較 1-MCP 處理之果實爲快。

由於鳳梨釋迦果實是在果實仍硬的狀態下採收，必須等到軟化至一定程度才適宜食用，而在此後熟過程中，外觀顏色的轉變並不明顯，無法據以做爲判斷果實是否達到可供鮮食的標準，因此果實硬度的變化乃是做爲判斷果實後熟的重要指標。由試驗中果實硬度變化的調查結果(圖 6) ，顯示在相同溫度條件下，鳳梨釋迦果實經 1-MCP 處理後，果實硬度相對下降較慢，顯示利用 1-MCP 處理具有延緩鳳梨釋迦果實後熟效果。此外溫度爲影響果實貯藏壽命及品質的重要因子，一般果實軟化速度常隨貯藏溫度的升高而加快，因此如能採取適當的低溫貯藏，將可有效達到延長果實貯藏壽命的目的(Brown and Scott, 1985；Wills et al., 1984)。而根據前述不同貯藏溫度之試驗結果，利用 1-MCP 處理雖然具有延緩鳳梨釋迦果實後熟的作用，但在較高溫度(25℃)貯藏時 1-MCP 對延緩後熟的效果較低溫(15℃)貯藏爲差，因此經 1-MCP 處理後仍須再配合低溫貯藏，才能達到較佳延緩後熟的效果。

另依過去相關研究指出(Batten, 1990；Will et al., 1984) 鳳梨釋迦果實於 10℃以下之低溫貯藏時間太久，易導致品質劣變並引發寒害徵狀，當貯藏溫度爲 8℃~12℃時，貯藏不宜

超過 6 天。在本試驗中持續貯藏於 10℃之果實，由其果實硬度的變化得知，貯藏期間雖然也出現軟化的現象，但軟化速度緩慢，並且果實在後熟程度尚未達到可供鮮食之前，便於果梗基部附近發生褐化或開裂的情況，致使果實逐漸腐壞而無法正常後熟，而此結果可能與貯藏溫度偏低，或貯藏時間太久有關(Will et al., 1984)。

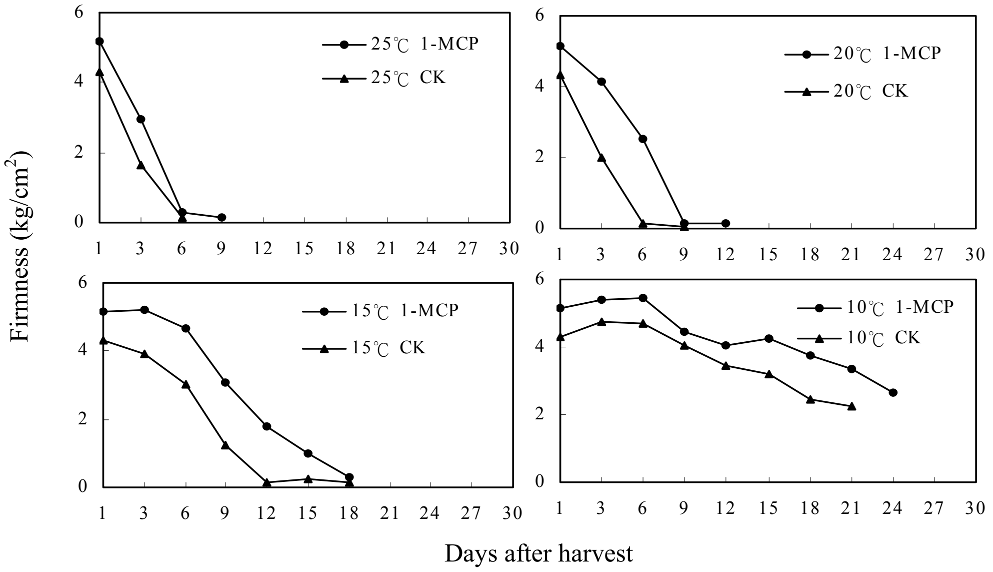


圖 6. 1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦冬期果硬度之影響
Fig.6. Effects of 1-MCP and storage temperature on the firmness of Atemoya winter fruits.

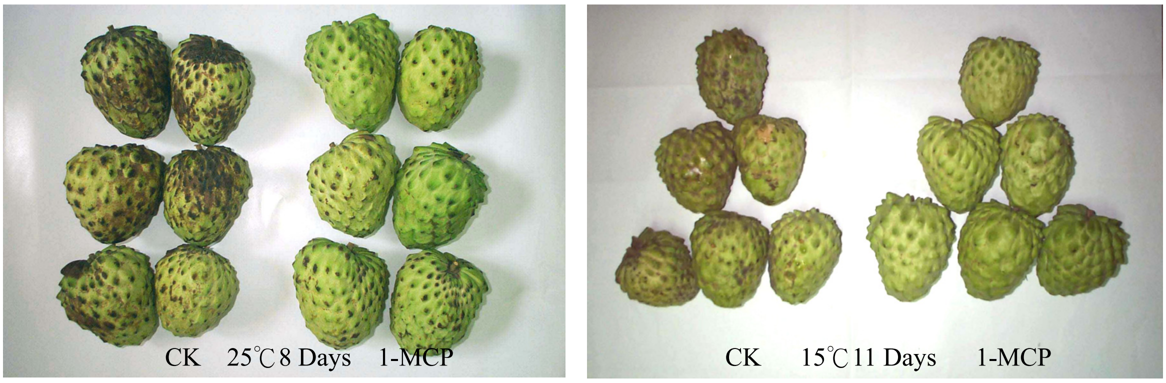


圖 7. 1-MC 處理及貯藏溫度對鳳梨釋迦冬期果後熟之影響
Fig7. Effects of 1-MCP treatment on the ripening of Atemoya winter fruits.

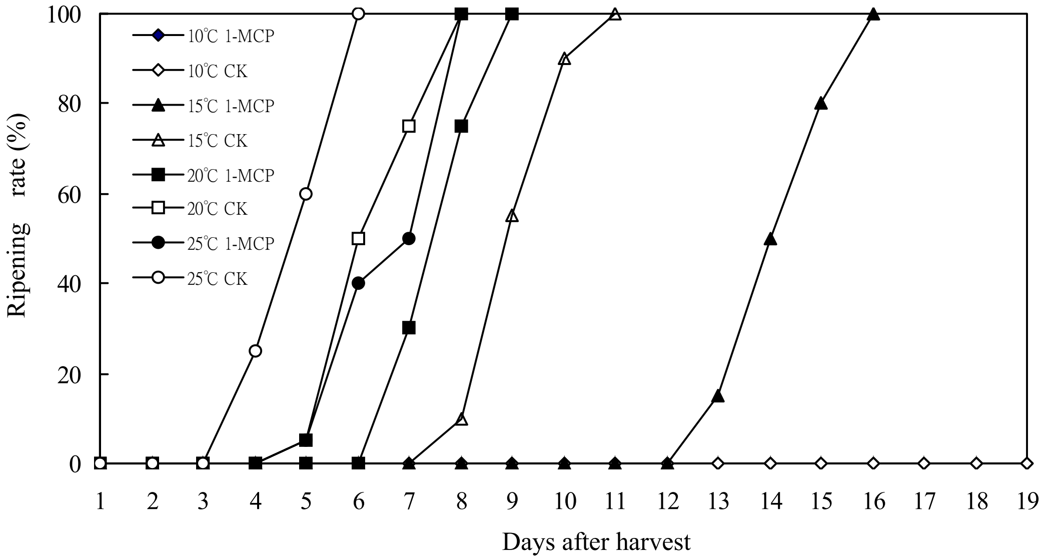


圖 8. 1-MCP 及貯藏溫度對鳳梨釋迦冬期果後熟之影響

Fig8. Effects of 1-MCP and storage temperature on the ripening of Atemoya winter fruits.

四、不同低溫貯藏日數對鳳梨釋迦果實移至 20℃後熟之影響

鳳梨釋迦果實，於 5℃、10℃分別貯藏 5 日、10 日、15 日後，再移到 20℃貯藏，調查其後熟變化，結果如圖 9 所示。果實於 5℃貯藏 5 日後再移到 20℃，於回溫後第 6 日開始後熟，至回溫後第 7 日才全部後熟(採收後 11~12 日)。5℃貯藏 10 日後再移到 20℃，則提早於回溫後第 5 日出現後熟現象，而回溫 6 日後果實後熟的比率增加至 75% ，至回溫 7 日後果實全部後熟 (採收後 15~17 日)。5℃貯藏 15 日後移到 20℃，於回溫後第 4 日便有 15 % 果實開始出現後熟現象，而回溫 5 日後果實後熟的比率增加爲 80% 左右，至回溫 6 日後果實已全部後熟(採收後 19~21 日)。而鳳梨釋迦果實如於 10℃貯藏 5 日後移到 20℃，果實於回溫後第 3~5 日(採收後 8~10 日) 後熟，後熟速度相對較快，但多數果實於回溫後 4~5 日後熟。10℃貯藏 10 日後再移到 20℃，果實於回溫後第 3~4 日(採收後 13~14 日) 後熟，回溫 3 日後果實後熟的比率增加至 60% 左右。10℃貯藏 15 日後再移到 20℃，雖於回溫後第 3~4 日後熟(採收後 18~19 日)，貯藏時間較長，但回溫 3 日後已有 80% 果實後熟，後熟速度加快，並容易於果梗基部附近產生褐化或裂果現象。由上述調查結果顯示，鳳梨釋迦果實於 5℃，10℃不同低溫下分別貯藏 5 日、10 日、15 日後，再移到 20℃，低溫貯藏時間愈久，後熟速度愈快，櫥架壽命愈短。

鳳梨釋迦果實貯藏前後，果皮顏色變化之調查結果如表 1 所示。10℃不同貯藏日數的果實，在貯藏前後，果皮顏色的 L a b 值未有顯著差異，顯示鳳梨釋迦果實在 10℃貯藏 5~15 日後，在外觀上並沒有明顯的變化。但貯藏於 5℃的果實則呈現明顯的變化，貯藏前 L 值爲 54.5 ~ 56.5，貯藏後下降至 45.4 ~ 48.5， a 值貯藏前爲-3.7 ~ -4.6，貯藏後上升至-0.9 ~ 2.6，而 b 值貯藏前爲 23.3 ~ 25.5，貯藏後下降至 18.4 ~ 20.3，顯示果皮顏色由明亮變暗，由鮮綠轉趨紅褐，而黃色部分也有下降。

據 Batten(1990)報告，鳳梨釋迦果實在高濕度條件下，以 4℃貯藏 2 天後便有寒害徵狀出現。但如在 8℃貯藏 5 天後或 12℃貯藏 6 天後再移到 20℃，對外觀及風味皆沒有明顯的損害，而其後熟時間約 3 或 4 日，但如在 12℃貯藏 10 天後再移到 20℃，則外觀及風味皆快速變劣，且後熟時間逐漸加快。本試驗中鳳梨釋迦果實於 5℃貯藏 5 日、10 日、15 日後再移至 20℃後雖然仍可後熟，且後熟速度較貯藏於 10℃之果實爲慢。但因貯藏溫度較低，

果實容易發生寒害現象，導致果皮褐化(圖 10)，且褐化程度隨貯藏日期的增加而加深，影響果實外觀及商品價值。而貯藏於 10℃之果實，於貯藏 5 日、10 日後再移到 20℃貯藏後，外觀無明顯傷害，仍然保持鮮綠，並可以於 3~5 日後正常後熟，但如於 10℃貯藏 15 日後再移到 20℃貯藏，果實雖然仍可以後熟，但後熟速度較快，且後熟時並易於果梗基部附近產生褐化或裂果的現象，櫥架壽命較短，由調查結果顯示，貯藏溫度的高低及貯藏時間的長短，為影響鳳梨釋迦果實能否正常後熟的重要原因。

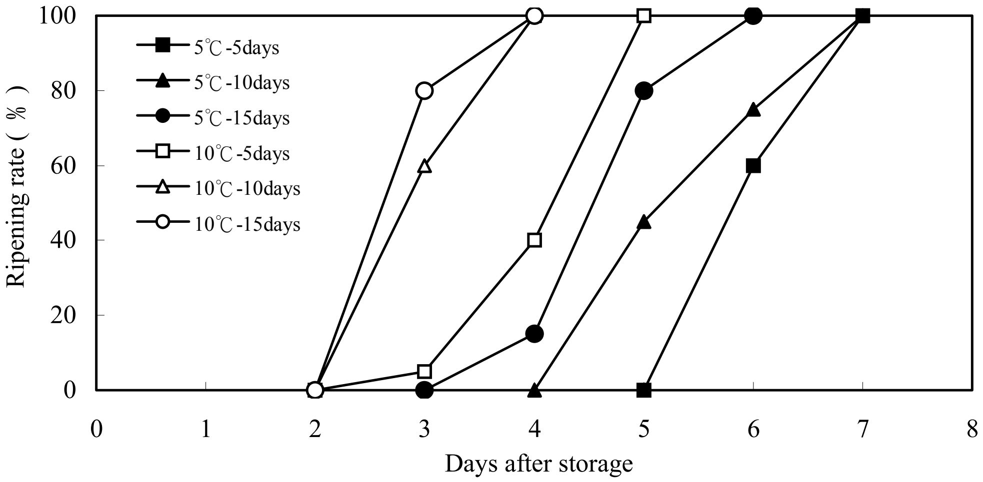


圖 9. 5℃,10℃不同貯藏日數後移至 20℃對鳳梨釋迦果實後熟之影響
Fig.9. Effects of different durations at 5℃, 10℃, then transfered to 20℃ on the ripening rate of Atemoya fruits.

表 1. 5℃,10℃不同貯藏日數後移至 20℃對鳳梨釋迦果實顏色之影響
Table 1. Effects of different durations storage at 5℃, 10℃, then transfered to 20℃ on the peel color of Atemoya fruits.

處理 Treatment[z]		貯藏前 before storage			貯藏後 after storage		
		L	a	b	L	a	b
5℃	5 days	54.5±3.2[y]	-4.2±0.8	25.3±1.2	48.5±3.3	-0.9±2.5	20.3±2.2
	10 days	56.5±2.4	-4.6±1.1	23.3±2.7	46.5±3.4	2.1±1.8	20.0±3.1
	15 days	54.7±3.1	-3.7±1.8	25.5±0.8	45.4±2.4	2.6±2.5	18.4±2.7
10℃	5days	57.8±2.5	-3.9±1.4	23.5±1.4	55.1±2.7	-3.8±1.2	23.2±2.3
	10 days	57.8±2.3	-4.0±0.5	25.5±1.6	55.1±1.6	-4.1±1.5	24.2±1.9
	15 days	56.6±2.1	-4.5±0.7	24.8±1.1	54.2±3.5	-3.7±1.2	23.1±2.5

[z]：The Atemoya fruits were stored at 5℃ and 10℃ for 5,10 and 15days, respectively.
[y]：Mean of ten fruits ± SD.

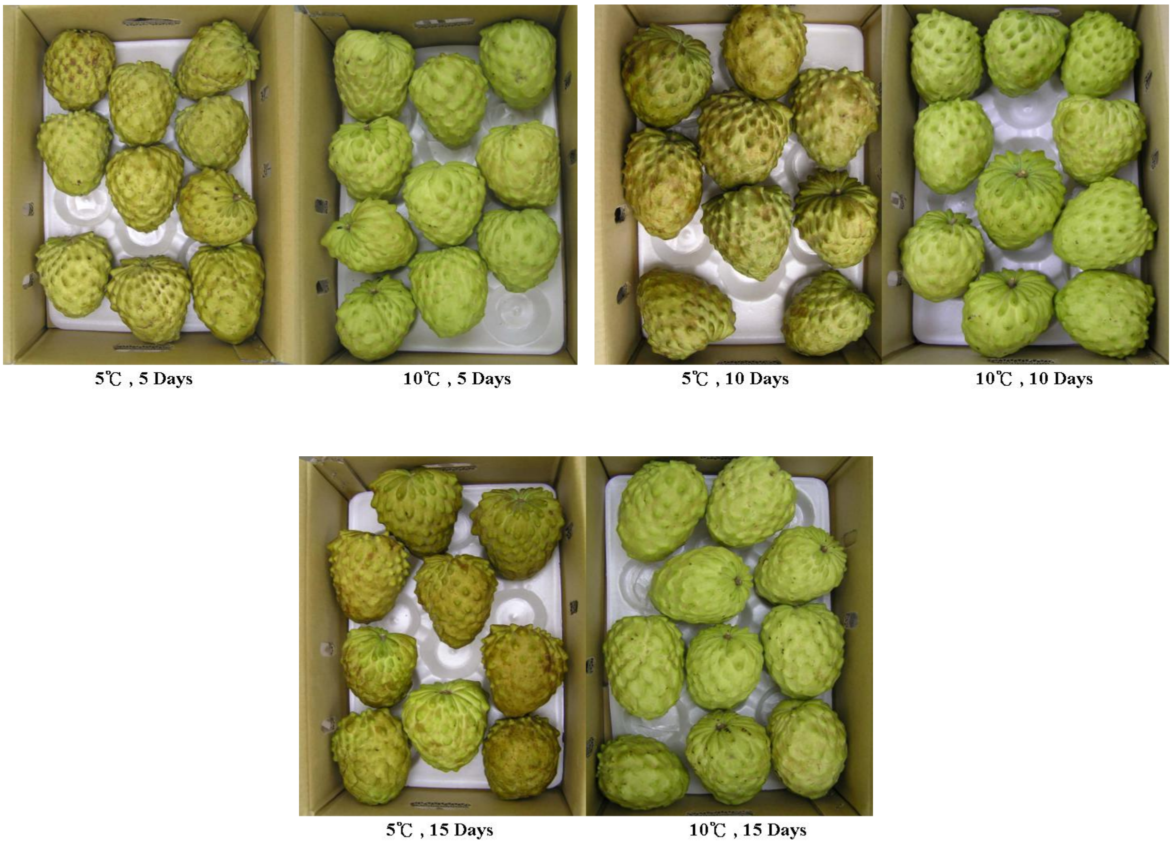


圖 10. 5℃,10℃不同貯藏日數對鳳梨釋迦果實顏色之影響
Fig.10. Effects of different durations at 5℃ and 10℃ on the peel color of Atemoya fruits.

綜上所述，適當的低溫貯藏雖然可以抑制呼吸高峰的發生，延緩果實代謝作用的進行，延長果實的櫥架壽命，但如貯藏溫度過低，或低溫貯藏時間太長，則容易導致寒害發生，造成果皮褐化，風味變劣，果肉硬化，甚至果實腐爛等生理障礙。(柯等,1983；Alique et al., 1994； Alique, 1995；Chen and Paull, 1986；Montero et al., 1995；Wills et al., 1984)。因此鳳梨釋迦果實如要以 5~10℃的低溫度貯藏時，需要經過回溫處理才能正常後熟，而為維持果實品質，應以短期貯藏較為適宜。

参考文獻

1.柯立祥、楊正山、俞永標、蔡平里。1983。番荔枝果之後熟與貯藏。中國園藝 29(4)：257~268。
2.楊正山。1987 番荔枝冬期果產期調節之研究 園藝作物產期調節研討會專集。臺中區農業改良場特刊第 10 號 p.129-139。
3.楊正山。1996。番荔枝開花習性與著果及果實之後熟與貯藏。番荔枝生產與運銷 p.12-24。臺東區農業改良場編印。
4.楊欣怡。2000。鳳梨釋迦及數種番荔枝果實生理與貯藏之研究。國立屏東科技大學熱帶農業研究所碩士論文。

5.Alique, R., J. P. Zamorano, M. L. Calvo, C. Merodio, and J. L. de la Plaza. 1994. Tolerance of cherimoya (Annona cherimola Mill.) to cold storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(3)：524-528.

6.Alique, R. 1995. Residual effects of short-term treatments with high CO_2 on the ripening of cherimoya (Annona cherimola Mill.) fruit. J. Hort. Sci. 70(4)：609-615.

7.Brown, B. I. and K. J. Scott. 1985. Cool storage conditions for custard apple fruit (Annona atemoya Hort.). Singapore J. Primary Ind . 13：23-31.

8.Brown, B. I., L. S. Worng, A. P. Rgeorge, and R. J. Nissen. 1988. Comparatives studies on the postharvest physiology of fruit from different species of Annona (custard apple). J. Hort. Sci. 63(3)：521-528.

9.Batten, J. D. 1990. Effect of temperature on ripening and post-harvest life of fruit of atemoya (Annona cherimola Mill.x A. squamosa L.) cv. 'African Pride'. Scientia Hort. 45：129-136.

10.Chen, N. M. and R. E. Paull. 1986. Development and prevention of chilling injury in papaya fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111：639-643.

11.Chen, W. 1998. Effect of different harvest maturity on storage quality and life of Annona squamosa fruits. Advances Hort. 2:270-273.

12.Garcia-Luis, A., A. M. M. Duarte, I. Porras, A. Garcia-Lidon, and J. L. Guardiola. 1994. Fruit splitting in 'Nova' hybrid mandarin in relation to the anatomy of the fruit and fruit set treatment. Scientia Hort. 57： 215-231

13. Golding, J. B., D. Shearer, S. G. Wyllie, and W. B. McGlasson. 1998. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. Postharvest Biol. Technol. 14： 87-98.

14.Golding, J. B., D. Shearer, S. G. Wyllie, and W. B. McGlasson. 1999. Relationships between respiration, ethylene, and aroma reduction in ripening banana. J. Agric. Food Chem. 47 (4) ： 1646-1651.

15.Jiang, Y., D. C. Joyce, and A. J. Macnish. 1999. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. Postharvest Biol. Technol. 16：187-193.

16.Montero, L. M., M. I. Escribano, J. L. D. L. Plaza, and C. Merodio. 1995. Chilling temperature storage induces changes in protein patterns and protease activity in cherimoya fruit. Postharvest Biol. Technol. 5：251-260.

17.Porat, R., E. Shlomo, M. Serek, E. C. Sisler, and A. Borochov. 1995. 1-Methylcyclopropene inhibits ethylene action in cut phlox flowers. Postharvest Biol. Technol. 6： 313-319.

18.Paull, R. E. 1996. Postharvest atemoya fruit splitting during ripening. Postharvest Biol. Technol. 8： 329-334.

19.Porat, R., B. Weiss, L. Cohen, A. Daus, R. Goren, and S. Droby. 1999. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges. Postharvest Biol. Technol. 15： 155-163.

20.Rao, S. N. 1974. Annonas. The legendary fruit. Indian Hort.19(3)： 19-21.

21.Sisler, E.C., E. Dupille, and M. Serek. 1996. Effect of 1-methylcyclopropene and methylcyclopropene on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. Plant Growth Regul. 18： 79-86.

22.Sams, C. E. 1999. Preharvest factors affecting postharvest texture. Postharvest Biol. Technol. 15： 249-254.

23.Wills, R. B. H., A. Poi, and H. Greenfield. 1984. Postharvest changes on fruit composition of Annona atemoya during ripening and effects of storage temperature on ripening. HortScience 19(1)： 96-97.

24.Wood, B. W. and C. C. Reilly. 1999. Factors influencing water split of pecan fruit. HortScience 34(2) ： 215-217.

Effects of 1-MCP and Storage Temperature on Postharvest Physiology of Atemoya Fruits (*Annona cherimola* Mill. X *A. squamosa* L.)

Chein-Shine Lee [1] , Cheng-Shan Yang [2], and Lih-Shang Ke [3]
Assistant Researcher[1],Researcher[2] Taitung Distris Agricultural Research and Extension Station,
Professor[3], Department of Horticulture,National Pingtung University of Science and Technology

Summary

The ripening of summer fruits and winter fruits of Atemoya treated with 1-MCP and then stored at different temperatures (10℃,15℃,20℃and 25℃) were investigated. Results showed that the respiration rate and ethylene production were inhibited and ripening rate were delayed by low temperature and 1-MCP treatment. The ripening rate was decreased with descending of storage temperatures, but the fruits stored at 10℃ were unable to ripening normally. Low temperature and 1-MCP treatment could delay the postharvest splitting of summer fruits, but could not reduce the splitting rate. The fruits were able to ripening when stored at 10℃ or 5℃ for 5, 10 and 15 days and then transferred to 20℃. The longer duration at low temperature, the shorter to ripening and shorter shelf life after transferred to 20℃. The shelf life of fruits stored at 5℃was longer than those fruits stored at 10℃. However, the fruits stored at 5℃ developed chilling injury symptom.

Key words:：Atemoya, ripening, 1-MCP

綠竹筍採收後處理與貯運技術改進

張粲如
行政院農業委員會桃園區農業改良場研究員

摘 要

本試驗旨在探討綠竹筍(*Bambusa oldhami* Munro)採收後適當的預冷、包裝方法及貯藏條件，使適合海運方式外銷，降低運費；以台北縣五股鄉的綠竹筍爲材料，進行冰水預冷、強風壓差預冷，包裝數量與包裝袋內加乙烯吸收劑對品質之效應及貯藏試驗，於貯藏期間調查失水率，可溶性固形物含量、維他命 C 含量，筍切面之硬度與顏色變化及官能品評。結果顯示，冰水預冷之降溫速率較快，但可溶性固形物及維他命 C 稍有流失於水，且水中微生物易污染；強風壓差預冷降溫速率較慢，但成分不會流失，減少微生物污染。最好的預冷方法是先以冰水預冷 20~30 分鐘接著以強風壓差預冷 20 分鐘，預冷後以厚度 0.06mmPE 袋包裝，具有氣變貯藏的效應，對可溶性固形物及維他命 C 保存較好，且筍切面色澤變化較小；每袋包裝 8 支比包裝 5 支之品質差，因爲產生無氧呼吸而有異味。包裝袋內加乙烯吸收劑，在 25℃高溫時，會增加失水率、褐化程度及纖維化，貯藏期限僅 3 天；在 0℃及 5℃低溫貯藏時，對品質的影響呈差異不顯著，可以不需加乙烯吸收劑，保鮮期 21 天。依上述最適條件，實際辦理新鮮綠竹筍海運試銷日本，並先通過農委會防檢局之檢疫，以 20 呎貨櫃海運，溫度為 1℃，全程溫控良好，卸貨時，調查品質，可溶性固形物仍達 7°Brix，切口無褐化，輕微纖維化，經估算海運費用比空運降低 88.8%。改進採收後處理技術，綠竹筍海運外銷是具有潛力的。

關鍵字：綠竹筍、預冷、包裝、貯藏、海運外銷。

前 言

綠竹筍(*Bambusa oldhami* Munro)具有質細嫩、味鮮美的特性，深受國人及旅外華僑的喜愛，筍農及筍商曾以空運方法外銷，將綠竹筍用保麗龍箱及紙箱包裝，每箱裝12公斤，總共運費每箱約2,400元，相當昂貴，若能以適當保鮮技術，延長貯運期限，利用貨櫃以海運方法外銷，將可節省運銷成本。由於綠竹筍是幼嫩的生長組織，採收後的生理變化極旺盛，常會使筍切面產生褐化及木質化，竹筍的品質即迅速劣變，因而嚴重影響商品價值(陳等, 1987;張等, 1998)，所以，有些筍農或筍商就將竹筍泡於水中或加抗氧化劑，如亞硫酸鈉、明礬等來防止其劣變。由於使用藥劑處理竹筍會有礙消費者的健康，若能從植物生理代謝的觀點，以物理方法來降低其生理活性延緩竹筍品質劣變，應屬於較安全的方法(張, 1994)。

筆者曾探討綠竹筍採收後的生理變化及溫度對其呼吸速率與乙烯產生的效應(張, 1993)，惟對於實際應用建立採收後的處理流程尚缺乏研究。本研究即爲探討綠竹筍採收後適當的預冷，包裝材料及貯藏條件，使適合以海運方式外銷，並辦理試銷日本，以建立採收後處理流程，提供開拓海運外銷市場之參考。

材料與方法

本試驗以五股鄉綠竹筍爲材料，採收後清洗乾淨以冷藏車運到實驗室，進行預冷及包裝貯藏試驗。

一、預冷方法及預冷時間對綠竹筍品質之影響：取綠竹筍四批，二批作冰水預冷（水溫在

5±1℃），另二批作強風壓差預冷；每10分鐘隨機取樣2支，測量筍中心溫度，取至90分鐘，採複因子設計，完全逢機試驗，9處理，每處理二重複；取樣後測可溶性固形物，維他命C，纖維嫩度及官能品評等在預冷過程之變化。

二、預冷方法及包裝支數對綠竹筍貯藏期間品質之影響：取綠竹筍四批，分別作冰水預冷(HC)、強風壓差預冷(FC)、冰水預冷20分鐘接著強風壓差預冷20分鐘(HC＋FC)，不做預冷為對照(CK)共四種處理。預冷後，用長×寬=48 ×45cm，厚度0.06 mm PE袋包裝5支及8支兩種包裝，每種包裝8袋；前述各項處理後，再貯於0℃±1℃，於貯藏後3天及14天，各取樣4袋，調查品質變化，色澤、纖維嫩度、可溶性固形物含量，維他命C含量及官能品評。試驗採完全逢機設計，8處理，每處理4重複，在每一調查時間進行統計分析。

三、包裝袋內加乙烯吸收劑對綠竹筍貯藏期間品質之影響：將綠竹筍先作冰水預冷20分鐘接著作強風壓差預冷20分鐘，再用厚度0.06 mm PE袋包裝，每袋裝3支，比較包裝內加乙烯吸收劑及未加者，在貯藏期間之品質變化，貯藏溫度為25℃、5℃及0℃，每處理溫度16袋，於貯藏後3天、6天、14天及21天各取樣4袋調查，調查項目與試驗一相同。採完全逢機設計，6處理，每處理4重複，在每一調查時間進行統計分析。

四、綠竹筍以海運貨櫃試銷日本

將綠竹筍預冷如同試驗三之預冷方法，預冷後用厚度0.06 mm PE袋包裝，每袋裝6支，再用長 ×寬 ×高=50 ×35 ×45 cm紙箱包裝，每箱20 kg，共作24箱，內置溫度記錄器；經過農委會防檢局檢疫，由皇友科技公司，辦理通關及出口手續，由陽明海運運至日本橫濱港，由日本之日鮮公司辦理驗關及進口手續。遂後本試驗之研究人員親自到日本，取出溫度記錄器追蹤調查全程溫控情形及卸貨品質，並計算運銷費用。

調查方法：可溶性固形物以Digital refracto meter PR-101測定，以°Brix表示；纖維嫩度以Penetro meter Fruit pressure tester測定，以kg/cm^2表示；維他命C以Merck RQflex，試紙測定，以mg/L 表示；筍切口顏色變化以色差計測定，L值代表亮度，＋a代表紅色度，－a代表綠色度，＋b代表黃色度，－b代表藍色度。官能品評，將綠竹筍帶殼蒸煮40分鐘，切取基部1cm厚，切成$1cm^3$，品嚐，分四級，4分表示好吃，甜、纖維細嫩、無異味；3分表示好吃、較不甜、纖維細嫩、無異味；2分表示還好吃、不甜、纖維微粗、無異味；1分表示不好吃、不甜、纖維粗，有異味。

結果與討論

一、預冷方法及預冷時間對綠竹筍品質之影響

由表 1.顯示，綠竹筍以冰水預冷及強風壓差預冷對溫度下降有不同的效果，冰水預冷降溫速率較快，在 30 分鐘內，筍中心溫度由 24.8℃降到 9.68℃，90 分鐘降到 6.95℃，因冰水溫度在 5±1℃，以致限制其最後降溫量；強風壓差預冷降溫速率較慢，在處理 40 分鐘才降到 9.35℃，90 分鐘降到 3.63℃，因冷空氣在 2±1℃，故最後降溫點可達較低溫(圖 1.)。表中顯示，預冷時間對溫度下降顯著的效應，預冷方法與時間變化對溫度下降有明顯的交感效應。冰水預冷時間愈久，可溶性固形物下降愈多，因綠竹筍切口部份的可溶性物質溶出於水中，而強風壓差預冷者，可溶性物質沒有溶出的現象，因此前者處理之可溶性固形物下降值顯著多於後者。至於維他命 C 含量，則兩種預冷方法之變化差異不顯著。在纖維細嫩度之變化，顯示預冷方法間有差異，壓差預冷處理保持較好的纖維細嫩度；預冷時間長短對纖維細嫩度之影響不顯著，即在預冷期間，維持低溫且時間短暫，不會使纖維嫩度產生明顯的變化。兩種預冷方法在預冷過程中，經官能品評，綠竹筍的品質均維持在 4 分，好吃，且無寒害現象。

表 1.預冷方法及預冷時間對綠竹筍品質之影響
Table1. Effect of precooling method and time on quality of bamboo shoot.

預冷方法 precooling method	時間 Time (min)	溫度 Temperature (℃)	可溶性固形物 Soluble solid (°Brix)	維他命 C Ascorbic acid (mg/L)	纖維嫩度 Firmness (kg/cm^2)	官能品評等級 Panel test score
Hydrocooling	0	24.80	6.30	52.00	6.30	4
	10	12.93	5.85	41.75	6.55	4
	20	11.23	6.10	38.50	6.25	4
	30	9.68	5.75	40.25	6.50	4
	40	8.63	5.58	38.25	6.78	4
	50	8.18	5.85	37.75	6.48	4
	60	7.70	6.00	42.25	6.63	4
	70	7.45	5.90	45.25	6.73	4
	80	8.23	6.03	41.00	6.55	4
	90	6.95	5.90	43.75	6.88	4
Forced air cooling	0	21.50	6.30	52.00	6.20	4
	10	17.63	6.35	38.50	5.98	4
	20	14.65	6.15	38.25	6.13	4
	30	11.93	6.43	38.00	6.10	4
	40	9.35	5.90	37.25	6.55	4
	50	7.65	6.38	42.25	5.90	4
	60	6.40	6.33	41.50	6.30	4
	70	5.43	6.45	41.00	5.98	4
	80	4.50	6.23	37.25	6.35	4
	90	3.63	6.18	38.50	6.75	4
Precooling(P)		NS	0.118***	NS	0.252**	
Time(T)		2.696***	0.293**	NS	NS	
P×T		**	NS	NS	NS	

NS,*,**,***,Non-significant or significant at p≦0.05,0.01 or 0.001,respectively.

由上述結果，兩種預冷方法均適合綠竹筍採後處理，對於降溫及品質的維持有良好的效果，惟冰水預冷時間較長，容易使可溶性固形物流失，且水附著於筍切面，貯藏期間微生物很快滋生，產生品質劣變，因此若採取先以冰水預冷 20~30 分鐘，快速將溫度降至 10℃以下，再接著用強風壓差預冷，繼續降溫，將可減少泡水時間，減少可溶性固形物流失於水中，且竹筍切口經過壓差預冷後，切面乾爽，減少水的附著及微生物的滋生繁殖，當可維持品質與新鮮度。

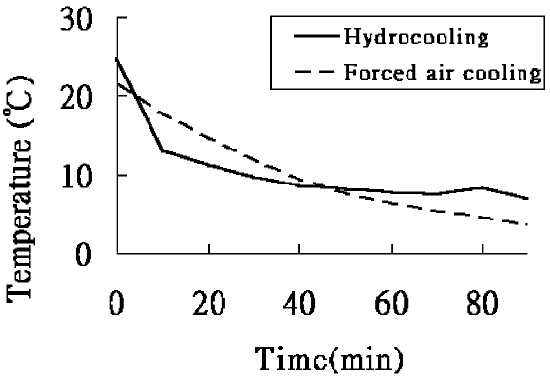


圖 1. 預冷方法及預冷時間對綠竹筍溫度之變化
Fig. 1. Changes of bamboo shoot temperature in different precooling method

二、預冷方法及包裝支數對綠竹筍貯藏期間品質之影響

筆者曾比較塑膠袋厚度對綠竹筍保鮮之效應(張, 2001, 2002)，顯示厚度 0.06 mm 者優於 0.02 mm 者，故本試驗僅採用厚度 0.06 mm PE 袋包裝，由表 2.及表 3.顯示，在貯藏三天時，各項處理的品質差異不顯著，在色澤方面，亮度值均在 70%以上，a 值及 b 值增加極微，故褐化程度極微；可溶性固形物含量，在預冷處理間差異不顯著，但在包裝支數上則有差異，包裝 5 支者顯著較包裝 8 支者含量高，冰水預冷及冰水預冷接著作壓差預冷者含量比不預冷者高；維他命 C 含量及官能品評在預冷處理間及包裝支數間均差異不顯著，顯示在 0~1℃的低溫貯藏三天時保鮮效果好，既沒有褐化及纖維化，成分變化很少，能維持在香甜、美味、官能品評達 4 分，很好吃的等級；在貯藏十四天時，各項處理的品質逐漸顯現有差異性，沒有預冷處理者，a 值及 b 值升高為 5.58 及 16.03，筍的切面即呈現微黃褐色，而有經預冷處理者，a 值及 b 值均仍與初始時相近，故筍的切面仍呈現潔白亮麗；在硬度方面，各項處理間差異不顯著，能維持在口感纖細的感覺；在可溶性固形物含量及維他命 C 含量，則包裝支數呈差異顯著，即沒有預冷者比預冷者成分含量降低，包裝 8 支者比包裝 5 支者含量低，故在官能品評時，顯示包裝 5 支者比包裝 8 支者好吃，尤其經過冰水預冷接著作壓差預冷者，或只作壓差預冷者吃的口感仍很好，達 4 分，顯示口感香甜纖細且無異味。而冰水預冷者稍有異味，沒有預冷者感覺較不甜且風味較差；因為沒有預冷者，筍的品溫下降慢，呼吸及生理代謝將部分養份消耗，故成分含量降低較多，使得甜度及鮮度降低(陳等, 1987)。冰水預冷的降溫速率最快，因為冰水直接與筍接觸，熱交換快，預冷速度快(劉,1994;Thompson et al, 2002)，故品質變化較小，在貯藏三天時，能幾乎與新鮮時的品質相同，但至第十四天，可能有水份附著在筍切面，有些微生物滋生，而產生異味。至於冰水預冷接著作壓差預冷的優點，即利用冰水迅速將筍降溫，以降低呼吸速率及生理代謝，接著作強風壓差預冷，可以繼續以強冷風降溫，並使附著在筍的水份吹掉，減少附著水促使微生物滋長。

包裝 8 支比包裝 5 支的品質稍差，據筆者試驗，以厚度 0.06 mm PE 袋包裝，袋內的氧氣濃度降低，二氧化碳濃度升高，有氣變貯藏的效應；據報告(Isenberg, 1979; Kamire et al, 1974)指出，植物的細胞在氧氣濃度低到足以產生無氧呼吸(anaerobic respiration)時，會使得醣很快直接裂解產生酒精、甲醛及二氧化碳。是以包裝 8 支，可溶性固形物含量顯著降低，又包裝 8 支者袋內的氧氣消耗較快，在低氧時，很多氧化酵素與氧的親和力降低，所以綠竹筍切面組織被氧化及褐化之程度較低，能保持潔白，此為在色澤 L 值、a 值及 b 值變化很小的緣故(Lipton, 1965, 1977;Toledo et al, 1969)。

表 2. 預冷方法及包裝支數對綠竹筍貯藏期間品質之影響

Table2. Effect of precooling method and packing quantity on quality of bamboo shoot.

預冷處理 Treatment of precooling	包裝支數 Package quantity (ps)	貯藏天數 Storage (Day)	色澤 Color L	a	b	纖維細嫩度 Firmness (kg/cm^2)	可溶性固形物 Soluble solid (°Brix)	維他命 C Ascorbic acid (mg/L)	官能品評等級 Panel test score
HC^{z}	5	3	74.85^{a}	4.55^{a}	15.30^{a}	7.08^{abc}	7.55^{a}	78^{a}	4.0
HC＋FC	5	3	75.98^{a}	3.73^{a}	15.40^{a}	7.33^{ab}	7.45^{a}	73^{ab}	4.0
FC	5	3	76.20^{a}	3.98^{a}	14.90^{a}	7.95^{a}	7.15^{ab}	79^{a}	4.0
CK	5	3	72.08^{ab}	4.53^{a}	15.55^{a}	5.63^{c}	7.25^{ab}	68^{ab}	4.0
HC	8	3	74.48^{a}	4.60^{a}	17.13^{a}	6.65^{bc}	7.15^{ab}	74^{ab}	4.0
HC＋FC	8	3	70.33^{ab}	3.38^{a}	15.73^{a}	6.68^{bc}	7.00^{bc}	71^{ab}	4.0
FC	8	3	73.08^{b}	3.80^{a}	15.55^{a}	7.03^{abc}	6.90^{bc}	71^{ab}	4.0
CK	8	3	72.73^{ab}	4.55^{a}	15.93^{a}	7.57^{ab}	6.60^{c}	63^{b}	4.0
HC	5	14	77.93^{ab}	3.20^{bc}	13.00^{bc}	6.65^{a}	7.10^{a}	83^{a}	3.6
HC＋FC	5	14	75.43^{b}	3.18^{c}	12.83^{bc}	6.43^{a}	7.05^{a}	75^{b}	4.0
FC	5	14	82.65^{a}	3.90^{bc}	12.08^{c}	6.60^{a}	7.10^{a}	69^{b}	4.0
CK	5	14	76.85^{b}	5.58^{a}	14.73^{ab}	7.50^{a}	6.60^{b}	69^{b}	3.0
HC	8	14	77.93^{ab}	3.83^{bc}	11.90^{c}	6.43^{a}	6.60^{b}	55^{c}	3.6
HC＋FC	8	14	78.38^{ab}	3.05^{c}	13.33^{bc}	6.53^{a}	6.40^{bc}	54^{c}	3.6
FC	8	14	76.25^{b}	4.93^{ab}	13.93^{abc}	7.05^{a}	6.70^{ab}	74^{ab}	4.0
CK	8	14	78.75^{ab}	3.75^{bc}	16.03^{a}	7.03^{a}	6.15^{c}	74^{ab}	3.5
Initial		0	80.00	3.43	14.00	8.07	7.65	45	4.0

^{z}Hydrocooling(HC)　Forecd Air cooling(FC)

Means followed by the same letter are not significantly(p=0.05)different according to the Duncan's multiple range test.

表 3. 預冷方法及包裝支數對綠竹筍貯藏期間品質之變方分析

Table 3. Significance determined by ANOVA of precooling method and packing quantity on quality of stored bamboo shoot.

Treatment	3Days Color L	a	b	Firmness (kg)	Soluble solid (°Brix)	Ascorbic acid (mg/L)	14Days Color L	a	b	Firmness (kg)	Soluble solid (°Brix)	Ascorbic acid (mg/L)
Main effects Precooling(P)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Packing Quantity(Q)	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS
Interactions P × Q	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS, *, **, Non-significant or significant at p≦0.05, 0.01, respectively.

三、包裝袋內加乙烯吸收劑對綠竹筍貯藏品質之影響

由表 4.及表 5.顯示，在貯藏 3 天時，溫度對品質的影響較大，失水率在貯藏溫度間呈差異顯著；在加乙烯吸收劑處理間則差異不顯著，在 25℃貯藏者失水率在 1.26~1.57%，而 5℃及 0℃貯藏者則僅 0.07~0.34%，在色澤方面，25℃貯藏，亮度顯著較低於貯藏於 5℃及 0℃者，a 值及 b 值亦較高，即褐化程度較高；可溶性固形物及維他命 C 含量在貯藏溫度間

呈差異顯著，可溶性固形物以 0℃者含量較高，在 5℃者次之，25℃者含量較低，但同溫度內，加乙烯吸收劑處理間差異不顯著；而維他命 C 含量，顯現在 25℃貯藏者略高於 5℃及 0℃者，硬度方面在貯藏溫度間，加乙烯吸收劑處理間差異不顯著；官能品評則以 0℃及 5℃者優於 25℃者，表示在貯藏 3 天之品質，低溫貯藏者品質仍相當好，高溫者在尚可接受的程度。

在貯藏 6 天時，25℃者已失去商品價值，而在 5℃及 0℃者，品質大致仍舊很好，在失水率，L 值、a 值及 b 值呈差異不顯著；可溶性固形物方面，顯示沒加乙烯吸收劑者略高於加乙烯吸收劑者；維他命 C 含量則是處理間差異不顯著；硬度方面，加乙烯吸收劑者顯著高於未加乙烯吸收劑者，但官能品評，均在極好吃的範圍，表示在 5℃及 0℃貯藏 6 天之品質，均仍舊優良。在貯藏 14 天時，貯藏溫度間及加乙烯收劑處理間品質差異不顯著，官能品評則顯示不如貯藏 6 天時之風味。在貯藏 21 天時，5℃及 0℃貯藏者雖然各項品質之測定值呈現差異不顯著，但官能品評已呈現較不甜，纖維微粗，較不好吃的風味，表示在低溫的貯藏期限約 21 天，逐漸有寒害產生，故官能品評的分數已較低，相對其商品價值亦較低。

依據前述試驗，溫度對綠竹筍品質影響極大，高溫因增加其代謝速率，故品質下降快，低溫對保存品質是最有利的，但低溫超過 21 天，即會有寒害發生，影響品質及風味。至於加乙烯吸收劑，在前試驗，顯示易增加失水率(張, 2001, 2002)，本試驗 25℃高溫時，有易失水率的現象，而在低溫則差異不顯著，同時對品質之影響亦不顯著，據筆者先前之報告(張, 1993)，綠竹筍採收後在 20~30℃時，乙烯產生量為 2.7~3.0μL/kg/hr，而在 5℃及 0℃時，則僅為 0.5μL /kg/hr。因此綠竹筍採收後，若能在低溫下乙烯產生量少，可以不需加乙烯收劑處理。

表 4.包裝袋內加乙烯吸收劑對綠竹筍貯藏期間品質之影響

Table 4. Effect of packing with ethylene scrubber on quality of bamboo shoot.

包裝處理 Treatment of packing	貯藏天數 Storage （day）	溫度 Tem perature （℃）	失水率 Water loss （% ）	色澤 Color L	a	b	可溶性固形物 Soluble solid （°Brix）	維他命 C Ascorbic acid (mg/L)	纖維細嫩度 Firmness (kg/cm^2)	官能品評等級 Panel test score
PE 袋＋乙烯吸收劑	3	25	1.57^{a}	49.20^{bc}	7.15^{a}	22.05^{a}	5.20^{b}	60.00^{a}	7.25^{a}	3.0
PE 袋	3	25	1.26^{a}	39.35^{c}	7.45^{a}	19.30^{ab}	6.00^{ab}	41.00^{ab}	7.70^{a}	3.0
PE 袋＋乙烯吸收劑	3	5	0.09^{b}	72.10^{a}	3.35^{ab}	16.75^{b}	6.40^{a}	36.50^{ab}	6.45^{a}	3.5
PE 袋	3	5	0.12^{b}	66.40^{a}	3.25^{ab}	17.15^{b}	5.70^{ab}	27.50^{b}	7.50^{a}	3.5
PE 袋＋乙烯吸收劑	3	0	0.07^{b}	67.45^{a}	3.85^{ab}	18.50^{ab}	6.30^{a}	28.00^{b}	6.15^{a}	3.5
PE 袋	3	0	0.34^{b}	65.00^{ab}	2.55^{b}	20.55^{ab}	6.40^{a}	30.50^{b}	8.60^{a}	4.0
PE 袋＋乙烯吸收劑	6	5	0.12^{a}	59.90^{a}	6.75^{a}	16.30^{a}	6.40^{b}	42.00^{ab}	9.00^{a}	4.0
PE 袋	6	5	0.16^{a}	74.10^{a}	3.95^{a}	17.60^{a}	7.10^{a}	48.50^{a}	6.30^{b}	4.0
PE 袋＋乙烯吸收劑	6	0	0.19^{a}	68.25^{a}	4.70^{a}	16.15^{a}	6.30^{b}	20.00^{bc}	9.45^{a}	4.0
PE 袋	6	0	0.25^{a}	69.30^{a}	4.20^{a}	16.45^{a}	6.80^{a}	16.50^{c}	6.50^{b}	4.0
PE 袋＋乙烯吸收劑	14	5	0.26^{b}	56.10^{a}	5.40^{b}	14.25^{a}	6.60^{b}	44.00^{a}	6.70^{ab}	3.5
PE 袋	14	5	0.42^{ab}	48.00^{a}	8.10^{a}	17.60a	6.40^{ab}	56.50^{a}	7.50^{a}	3.0
PE 袋＋乙烯吸收劑	14	0	0.22^{b}	58.55^{a}	5.00^{b}	12.00a	6.20^{a}	16.50^{a}	5.50^{b}	2.5
PE 袋	14	0	0.52^{a}	65.75^{a}	4.05^{b}	15.33a	6.10^{a}	18.00^{a}	6.90^{ab}	2.5
PE 袋＋乙烯吸收劑	21	5	0.79^{a}	52.45^{b}	6.45^{a}	16.00a	4.90^{a}	46.00^{a}	4.50^{a}	1.5
PE 袋	21	5	1.12^{a}	44.85^{b}	8.40^{a}	12.05a	5.40^{a}	46.50^{a}	8.25^{a}	1.5
PE 袋＋乙烯吸收劑	21	0	0.02^{a}	58.10^{ab}	4.50^{a}	16.25a	6.00^{a}	14.00^{b}	6.60^{a}	1.5
PE 袋	21	0	0.95^{a}	71.85^{a}	6.30^{a}	19.15a	6.00^{a}	10.50^{b}	6.80^{a}	1.5

Means followed by the same letter are not significantly(p=0.05)different according to the Duncan's multiple range test.

表 5.包裝袋內加乙烯吸收劑對綠竹筍貯藏期間品質之變方分析
Table 5. Significance determined by ANOVA of packing with ethylene scrubber on quality of stored bamboo shoot.

Treatmant	Water loss (%)	Color L	Color a	Color b	Soluble solid (°Brix)	Ascorbic acid (mg/L)	Firmness (kg/cm^2)
Effects of 3 days							
Temperature(T)	**	**	*	NS	NS	*	NS
Packing(PK)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
T×PK	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Effects of 6 days							
Temperature(T)	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
Packing(PK)	NS	NS	NS	NS	*	NS	*
T×PK	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Effects of 14 days							
Temperature(T)	NS	NS	*	NS	NS	NS	*
Packing(PK)	*	NS	NS	NS	NS	NS	*
T×PK	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Effects of 21 days							
Temperature(T)	NS	NS	NS	NS	*	**	NS
Packing(PK)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
T×PK	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS, *, **, Non-significant or significant at p$\leqq$0.05, 0.01, respectively.

四、綠竹筍以海運貨櫃試銷日本實錄

在 2002 年 6 月 12 日依據最適當的預冷方法及包裝數量，將綠竹筍用厚度 0.06 mm PE 袋包裝，每袋裝 6 支，再盛裝於紙箱內，每箱 20kg，約有 13 袋，共作 24 箱，箱內放置自動溫度記錄器，處理後先放在改良場冷藏庫待運，在 6 月 13 日經防檢局檢疫後搬上貨櫃，當日運達基隆港，在港口停留三天，6 月 16 日起航，6 月 20 日運達日本橫濱港，在港口停留三天，並經過通關手續，6 月 24 日運輸至新瀉縣，卸貨到日鮮公司冷藏庫，我們於 6 月 27 日到達該公司，取出溫度記錄器，追蹤全程溫度控制情形，如圖 2.顯示，由產地到基隆港之間溫度在 4~7℃，乃因冷藏貨櫃車沒有插電，故溫度上升，至於在港口及運輸期到卸貨前，溫控良好，均維持在 1℃左右，到達新瀉縣，卸貨後在冷藏庫溫度稍有變化，但仍在 1~4℃範圍，在 6 月 27 日打開箱子，取樣觀測品質，顯示綠竹筍切口色澤仍潔白亮麗，可溶性固形物含量爲 6.6~7.2°Brix，硬度在 6.2~8.2 kg，稍有纖維化，故在日本生鮮超級市場販賣時，反應良好；由表 6 計算本次綠竹筍以海運外銷日本的費用，包括運費、檢疫費等合計爲 122,276 元，此 20 呎貨櫃可盛裝 5,500kg，故每公斤運費約 22.23 元；若用空運，每公斤費用約 200 元，即以海運比空運可減少 88%的費用。

檢討此次以海運外銷綠竹筍，在處理技術上應可達保鮮目的，但在運銷上，值得再繼續改進的有兩項，1.從產地到港口之貨櫃應插電，保持品質。2.縮短在港口停留的時間，此次在台灣及日本兩處港口，各停留三日，共計六日，如此影響日後在市場的銷售期，若能加以改善，將來以海運外銷綠竹筍鮮筍，應當是可期待的。

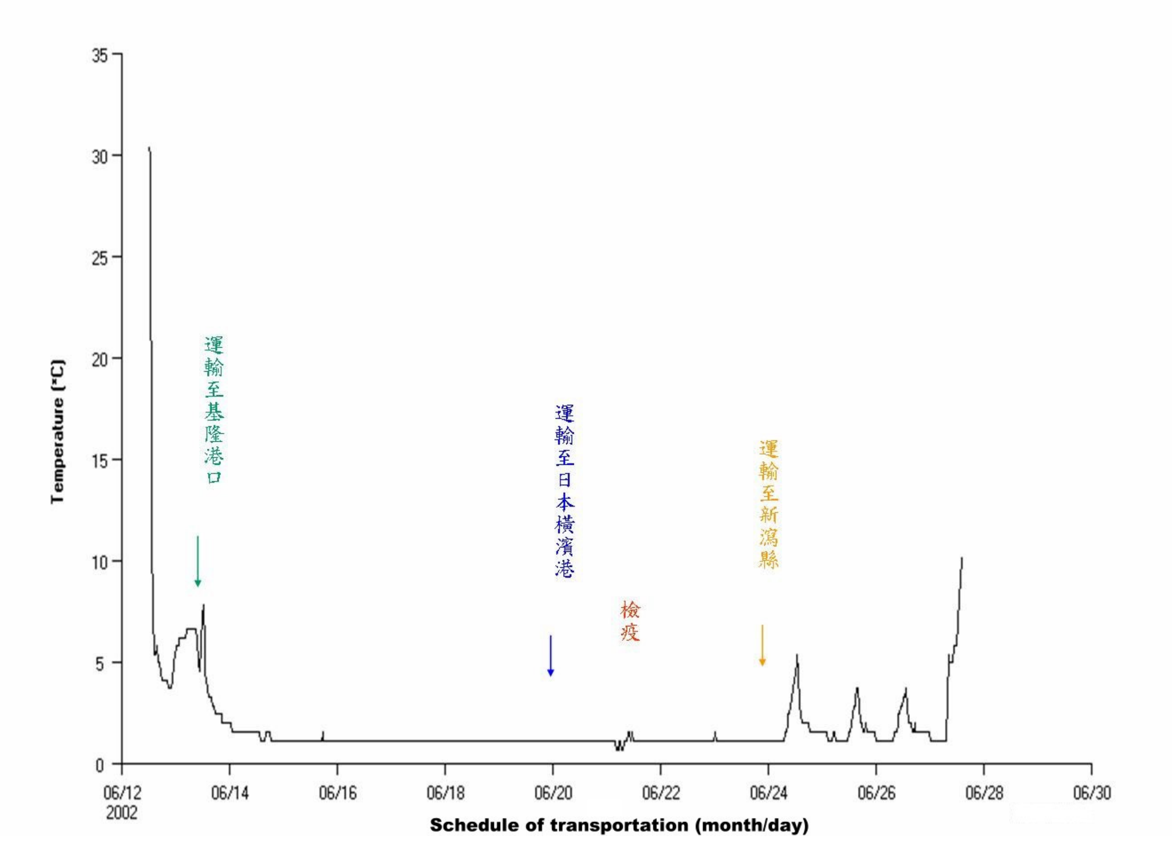


圖 2. 綠竹筍海運過程溫度變化
Fig.2. Change of temperature during bamboo shoot transported by sea.

表 6.綠竹筍以海運貨櫃外銷日本之運銷費用
Table 6. The expense of exporting bamboo shoot with 20 feet steel dry cargo container by sea.

項 目 Items	金額 Expense (NT$)
貨櫃運費 Freight charge	43,685
台灣出口手續費 Service charge in Taiwan	16,680
日本進口手續費 Service charge in Japan	52,623
檢疫費 Quarantine charge	9,288
合計 Total	122,276
平均費用 Average	22.23 元/kg

誌　謝

本研究承行政院農業委員會 90 農科-1.1.1-桃-Y8 及 91 農科-1.1.1-桃-Y4(11)計畫補助，史翠花小姐協助實驗，皇友科技公司協助運銷作業，在此一併申謝。

參考文獻

1. 陳如茵、張長泉、錢明賽。1987。收穫後綠竹筍品質之控制。研究報告第 423 號。食品工業研究所。
2. 張粲如。1993。溫度對綠竹筍採收後呼吸速率與乙烯產生之影響。桃園區農業改良場 研究報告。13:19~26。
3. 張粲如。1993。綠竹筍採收後木質化指標之研究。桃園區農業改良場。研究報告。14:1-9。
4. 張粲如。1994。綠竹筍採收後生理與氣調貯藏之研究。博士論文。pp.262。
5. 張粲如、馮永富。1998。園產品採收後生理及保鮮技術。農業研究推廣十年成果集。桃園區農業改良場。特刊第 10 號。p.80-81。
6. 張粲如。2001。外銷綠竹筍保鮮貯運技術之研究。桃園區農業改良場 90 年 年報。p.70~71。行政院農業委員會桃園區農業改良場編印。
7. 張粲如。2002。外銷綠竹筍保鮮貯運技術之研究。桃園區農業改良場 91 年 年報。p.76~77。行政院農業委員會桃園區改良場編印。
8. 劉富文。1994。園產品採收後處理及貯藏技術。台灣省青果運銷合作社。p.166-172。
9. Isenberg. F. M. R. 1979. Controlled atmosphere storage of vegetables. p.337~394. In : J. Janicke (eds.) Horticultural Reviews vol. l.
10. Kasmire, R, F., A. A. Kader, and J. A. Klanstermeyer. 1974. Influence of aeration rate and atmospheric composition during simulated transit on visual quality and off-odor production of broccoli. HortScience 9 : 228.
11. Lipton, W. J. 1965. Postharvest response of asparagus spears to high carbon dioxide and low oxygen atmospheres. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86 : 347~356.
12. Lipton, W. J. 1977. Recommendations for CA storage of broccoli, brussels sprouts, cabbage, cauliflower, asparagus and potatoes. Proc-second Natl. CA Res. Conf., Mich.State Univ. Hort. Rpt.28.
13. Thompson, J. F., and F. G. Mitchell. 2002. Packages for Horticultural Crops p.85~95. In : Kader A. A. (eds.) Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3rd Edition. Univ. of California Agri. and Natural Resources pub. 3311.
14. Thompson, J. F., F. G. Mitchell, and R. F. Kasmire. 2002. Cooling Horticultural Commodities p.97~112. In : Kader A. A. (eds.) Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3rd Edition. Univ. of California Agri. and Natural Resources pub. 3311.
15. Toledo, R., M. P. Steinberg, and A. I. Nelson. 1969. Heat of respiration of fresh produce as affected by controlled atmosphere. J. Food Sci. 34 : 261.

Studies on Postharvest Technique and Marketing of Bamboo Shoot (*Bambusa oldhami* Munro)

Tsan-Ru Chang
Researcher , Taoyuan Distric Agricultural Research and Extension Station

Summary

In order to study the suitable condition of precooling, package and storage for exporting bamboo shoot by sea, the experiments were studied with bamboo shoot produced in Wu-Ku county of Taipei prefecture. Hydrocooling, forced-air cooling, packing amount and ethylene scrubber in PE bag, as well as the storage condition were studied, also the evaluation of water loss, soluble solid content, ascorbic acid content, firmness and color change of cut surface, as well as penel test were investigated. The results were shown that hydrocooling had cool down temperature faster than forced-air cooling, while the former method would loss more soluble solid and ascorbic acid than the later method, the best precooling method is first precool 20 minutes with hydrocooling, then precool 20 minutes with forced air cooling, after that, bamboo shoots were packed with PE bag of 0.06mm thickness, it had the effect of modified atmosphere storage, kept the soluble solid content and ascorbic acid, as well as less change in color of cut surface. The packing amount of eight pieces of bamboo shoot was worse than that of five pieces, for anaerobic respiration occurred, consequently it gave off-odor. The ethylene scrubber in PE bag could increase water loss at 25℃, while it could decrease browing and toughness, only for three days storage, but there is no significant difference in quality at both 0℃ and 5℃, even no ethylene scrubber, the bamboo shoots could keep fresh for 21 days.

The above methods were applied to export bamboo shoot to Japan by sea. The bamboo shoots were inspected by the Bureau of animal and plant health inspection and quarantine, COA ., then they were transported with 20’ steel dry cargo container by sea under temperature 1℃. Through 16 days transportation, the commodities were kept with good quality, it showed 7°Brix, without browning, just a little bit toughening. The expense of transporting by sea is lower 88.8% than that of transporting by air.

Key words：Bamboo shoot (*Bambusa oldhami* Munro), precooling, package, storage, export by sea

食用蒜球熱藏技術

王怡玎[1] 劉富文[2] 留明秀[3] 陳鐵道[4]
行政院農業委員會農業試驗所園藝組助理研究員[1]、國立台灣大學園藝系教授[2]
雲林縣東勢鄉蒜球生產農戶[3]、雲林縣二崙大蒜生產合作社理事主席[4]

摘 要

以往之試驗已證實 30℃至 35℃之高溫具有抑制蒜球芽體伸長或萌芽之效果，可用以貯藏蒜球 6 至 10 個月。熱藏蒜球簡便安全，而且可利用台灣夏季天然高溫，節省能源與成本。本研究依據在實驗室實驗蒜球熱藏之結果，進一步在農戶及商業規模之貯藏庫做實用性測試，且皆重複實施測試 3 個年度。

農戶規模之熱藏試驗：於雲林縣東勢鄉利用農戶舊舍設置 4 坪面積之熱藏庫與 8 坪大小之常溫通風式傳統庫（對照），比較貯藏效果。將相似的蒜球於收穫當年 9 月放入熱藏庫 650kg 及傳統庫 250kg 貯藏至翌年 2 月，共 5 個月。此期間熱藏庫之月均溫維持在 33-30℃而傳統庫由 30℃逐月降至 20℃。熱藏蒜球出庫時品質仍良好，可售率高於 75%；熱藏庫每日平均用電量 9-21 度（kw/h），用電最多的月份在 1 月。傳統庫蒜球在貯藏期間因萌芽或乾腐損耗甚多，貯藏後可售率不到 20%。

商業規模之熱藏試驗：在雲林縣二崙大蒜生產合作社設置 50 坪面積之熱藏庫一座。在 9 月放入 50 公噸蒜球做熱藏，同時將 2 公噸相似之蒜球放入同地點之傳統庫貯藏作爲對照。二庫皆貯藏至翌年 3 月，共 6 個月。貯藏期間熱藏庫月均溫維持在 33-30℃而傳統庫由 29℃降至 20℃。熱藏蒜球在出庫時品質良好，可售率約 75%；熱藏庫每日平均用電量 13-17 度（kw/h），用電最多的月份在 1 月。傳統庫的蒜球因萌芽或乾腐損耗甚多，貯藏後可售率低於 15%。

此試驗結果證實不論以農戶小坪數倉庫組裝之簡易熱藏庫，或以商業規模建造之專業熱藏庫貯藏蒜球皆有良好效果。蒜球可以自採收後熱藏至翌年 2-3 月。

關鍵字：蒜球、蒜瓣、熱藏

前 言

台灣蒜農多年來普遍使用自然通風方式貯藏蒜球。在夏季高溫期間，蒜球品質尚穩定，但到秋冬之後，蒜球逐漸萌芽與腐爛，品質大幅衰退而損耗多。因此農戶必須適時將蒜球出庫售罄，以免虧損。專業貯藏者多採用冷藏方式抑制蒜球萌芽與維持品質，可長期貯藏及調節供貨。然而冷藏庫若遇溫控不良，蒜球易迅速萌芽腐爛，損失不貲。冷藏蒜球必須在入庫冷藏前先做預冷處理，並在出庫後做乾燥處理，才能保持冷藏蒜球品質與櫥架壽命（王與洪，2001b），前後作業繁複。因此，台灣蒜球產業一直期待簡便、經濟並能長期維護蒜球品質之貯藏方法。

貯藏溫度的高低可左右蒜球芽體伸長與萌發的快慢。蒜球在-2℃至 0℃之間不發芽，5℃至 20℃發芽迅速，24℃至 35℃發芽緩慢，而 35℃以上則不發芽(王，2002；王與洪，2001a；林，1997；邱等，1975；顏等，2000；Böttcher & Günther, 1994;Jeong & Park, 1994; Hardenburg et al., 1986）。蒜球發芽之後食用品質即遽降。能否抑制芽體萌動爲貯藏成敗關鍵。台灣地處亞熱帶，冷藏頗耗費能源。本所實驗觀察多年，台灣食用蒜球在 30℃或 35℃熱藏，能有效抑制芽體萌動，並能維持良好的商品價值達 10 個月之久，櫥架品質亦佳（王，2002；王與洪，2001）。爲證實熱藏法能取代冷藏法貯藏一部份蒜球，本研究設置農家小規模及商業

化較大規模之熱貯庫各一座，測試產業規模熱藏之實用性。結果頗爲成功。

材料與方法

一、材料

本研究採用雲林縣生產的‘大片黑’蒜球爲試驗材料。蒜球採收及田間癒傷之後適當剪粒整修。整修時留取蒜球鱗莖以上 1 至 1.5 cm 長之頸部，剪除上部莖葉及鱗莖下鬚根使露出基盤。蒜球整修之後以尼龍網袋包裝，每袋重約 20 公斤。以人工將其堆置於乾燥機槽中，進行熱風乾燥處理。熱風溫度自 30℃開始，逐週升溫至 38℃。乾燥作業期間約 3 週；每袋失重率平均 25 %。完成乾燥的蒜球暫時疊放於農戶倉庫中，並以常溫通風方式自 5 月起貯藏至 8 月。常溫貯藏期間的溫度爲 24℃至 35℃，相對濕度 76%至 94 %。9 月將蒜球搬移至農戶或商業規模的熱藏庫及對照傳統庫進行貯藏試驗。

二、不同規模的蒜球熱藏方法

（一）、農戶規模

於雲林縣東勢鄉合作試驗農戶處設置熱藏庫一座。另外利用原有的傳統式常溫通風庫，約 8 坪面積中之 1 坪貯藏對照組蒜球（其餘 7 坪供作農戶自行貯藏蒜球之用）。熱藏庫面積 4 坪，爲舊屋之房間加裝簡易隔熱、通風、加熱與溫控設備後成爲高溫貯藏庫。本試驗於 87 至 88 年、88 至 89 年及 89 至 90 年連續實施三個年度。各年度的蒜球皆於收穫當年 9 月上旬入庫，貯藏量爲熱藏庫 650kg，對照傳統庫 250kg。貯藏至翌年 2 月（共 5 個月）後出庫，調查蒜球品質並做櫥架觀察。熱藏庫於貯藏試驗期間之月均溫維持在 30℃至 33℃，而傳統庫由 30℃逐月降至 20℃。

（二）、商業規模

於雲林縣二崙蒜球生產合作社設置商業規模的熱藏庫一座。另外利用已有之傳統常溫通風庫面積約 200 坪中之 1 坪貯藏對照組蒜球(其他 199 坪由合作社自行利用做商業貯藏)。熱藏庫面積 50 坪，庫體牆壁、庫門及天花板皆用聚銨酯（PU）隔熱，並裝置通風、加熱及自動控制設備控溫。本試驗於 89 至 90 年、91 至 92 年、92 至 93 年實施三個年度。各年度的蒜球皆於收穫當年 9 月上旬入庫，貯藏量熱貯 50 公噸與對照 2 公噸。貯藏至翌年 3 月（共 6 個月）後出庫，調查蒜球品質並做櫥架觀察。熱藏庫於貯藏試驗期間之月均溫維持在 30℃至 33℃之間，傳統庫則由 29℃逐月降至 20℃。

三、調查項目

（一） 貯藏後蒜球可售率

1. 蒜球貯藏之前先每袋秤重，完成貯藏出庫時再秤重，然後計算每袋之貯藏失重率。計算方法爲：[貯藏前蒜球重(kg)－貯藏後蒜球重(kg)]÷貯藏前蒜球重(kg) × 100% = 失重率(%)。
2. 完成貯藏出庫時，熱藏庫與對照傳統庫各隨機取樣 20 網袋，每網袋隨機取樣 20 個蒜球。將每個蒜球剝成蒜瓣，選取外觀完整、硬實、無萌芽、無發根、無蟲蛀及無發黴的蒜瓣爲可販售的蒜瓣，將之秤重，然後計算可售率。計算公式爲：[可售瓣重(kg) ÷ 出庫蒜球重(kg) × 100%]×（100-失重率） ＝可售率(%)。

（二） 用電量

每月定期記錄用電量（kw/h）。各月用電量（kw/h）÷該月日數（日）＝各月之每日平均用電量（kw/h /日）。

結　果

一、農戶規模蒜球熱藏試驗

蒜球自 9 月貯藏至翌年 2 月時調查，對照組（傳統庫貯藏組）大量發芽或腐損（圖 1 上方 2 袋）；經剝膜切剖時可見蒜瓣內芽體翠綠粗壯，而瓣肉萎縮褐化（圖 2 左方）。熱藏組的蒜球外觀未見發芽（圖 1 下方 2 袋），剝膜之後的蒜瓣硬實有光澤，再經切剖則見內部芽體仍細小而白皙（圖 2 右方）。熱藏組蒜球的整體外觀及剖面品質皆明顯優於對照（傳統庫）組。對照組三個年度的平均貯後可售率＜20%，熱藏組則＞75%（圖 3）；熱藏組可售率高出傳統庫組達 3.5 倍以上。

熱藏庫使用期間各月份的每日用電量平均為 9-21 度（kw/h）（圖 4）；其中 9-10 月份用電較少，皆低於 10 度；11 月份起逐月增多，至翌年 1 月份達到高峰，高峰用電量為 9-10 月份的 2 倍以上。

圖 1.農戶規模傳統式貯藏（上方 2 包）與熱藏（下方 2 包）之蒜球外觀比較。

圖 2. 農戶規模傳統式貯藏（左）與熱藏（右）之蒜瓣外觀及剖面比較。

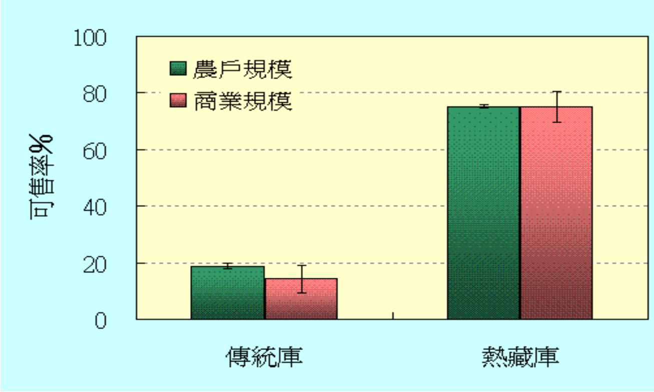


圖 3. 農戶規模與商業規模之傳統庫與熱藏庫貯藏後蒜球之可售率（%）比較。

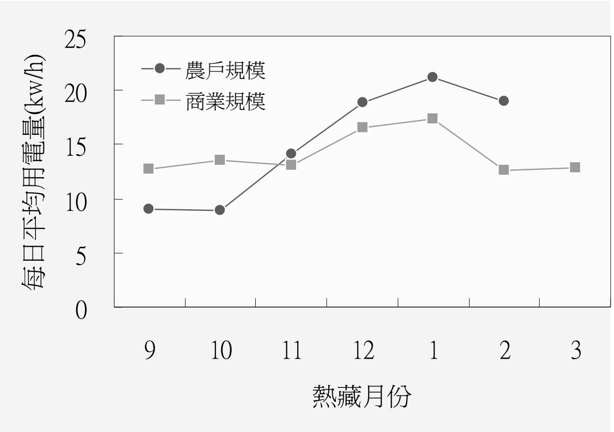


圖 4. 農戶規模與商業規模熱藏庫各月份之每日平均用電量（kw/h）變化。

二、商業規模蒜球熱藏試驗

蒜球自 9 月貯藏至翌年 3 月後調查，對照組（傳統庫）發芽或腐損者多（圖 5 左），有些初期爲翠綠的芽體後來逐漸枯黃腐爛；剝膜後可見瓣肉萎縮褐化（圖 6 左）。熱藏蒜球則未見發芽（圖 5 右），瓣肉飽滿而有光澤（圖 6 右方），瓣內的芽體仍細瘦而呈淡綠色。對照組貯藏 6 個月後的可售率＜15%，而熱藏組可售率約 75%，爲對照組的 5 倍以上（圖 3）。不同貯藏組之蒜球貯後品質差異甚鉅，熱藏蒜球顯著優於對照組。

商業規模熱藏庫三個試驗年度的用電量皆相近似，使用中各月份的日平均用電量爲 13-17 度（kw/h）（圖 4）。每日用電量 9-11 月份較少，12 月份起增多，翌年 1 月份達到高峰，2-3 月份則又下降到和 9-11 月份相似。

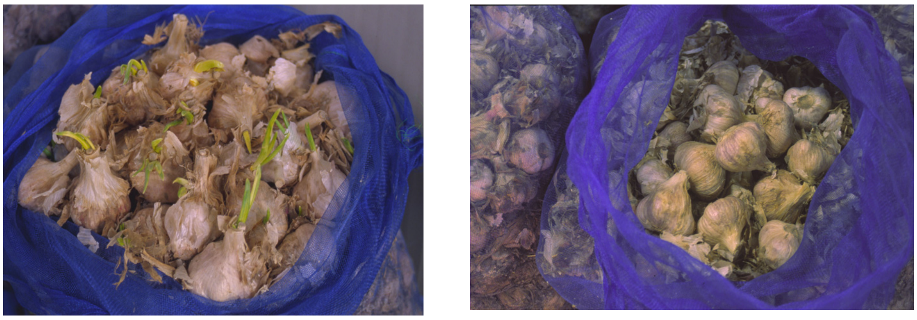


圖 5. 商業規模傳統式貯藏（左）與熱藏（右）之蒜球外觀比較。

圖 6. 商業規模傳統式貯藏（左）與熱藏（右）之蒜瓣外觀與剖面比較。

討　論

蒜球熱藏之效果

蒜球採收後的頭 5 個月是夏季高溫期，在傳統式通風庫貯藏並無問題。其後進入秋冬季，氣候轉涼。在 9 月移入農戶規模的熱藏庫續貯 5 個月或商業規模的熱藏庫續貯 6 個月之後，出庫時蒜球品質良好，外觀皆乾爽硬實，無發芽或發根現象，而且蒜瓣內芽體細瘦，瓣肉肥厚，商品價值高。續在傳統庫貯藏的蒜球 5 個月後不僅普遍發芽及長根，出庫作業時發現網袋內的蒜球明顯腐爛、潮濕、發熱並且散發出惡臭。不論是農戶規模或商業規模的熱藏庫貯藏後之蒜球可售率皆≧75%，是傳統庫的 3.5 倍以上。再者，傳統庫貯藏之蒜球所選出之「可售瓣」外觀好像正常，但剖開後則發現瓣內芽體生長粗壯，瓣肉組織亦明顯縮小，食用品質已大打折扣，不能和熱藏組的成品相比。

熱藏庫用電量與成本估計

由於台灣夏季氣溫適合蒜球芽體休眠，熱藏庫只需以風扇輔助通風循環，即可獲得均勻而穩定的適溫。農戶規模與商業規模的熱藏庫在 9-10 月份用電量皆低（圖 4）。到 11 月時農戶規模之熱藏庫用電遽增而商業規模熱藏庫用電量仍低。在試驗地點雲林縣區，每年 11 月起氣溫明顯下降（圖 7，整理自中央氣象局 89-93 年資料）；農戶規模之熱藏庫隔熱設備簡單，保溫效果較差，加上庫小，單位貯藏量平均庫面散熱面積大，氣溫轉涼時因庫體失溫而必須以電熱加溫補充之，用電量也顯著增加。至於商業規模之熱藏庫則以保溫隔熱性能甚佳的 PU 隔熱，而且庫大，庫門緊密，失溫不易，在 11 月氣溫初降時，尚無需要大量電熱加溫，因此用電量仍低。

到了冬季 12 月至翌年 1 月兩種熱藏庫之用電量皆上升，但商業規模之熱藏庫用電量仍然低於農戶規模之熱藏庫。當 1 月份氣溫降至最低時，二種熱藏庫的用電量皆達到最高峰；等 2 月份氣溫回升後，用電量才皆逐漸減少。整個低溫期間，商業規模之熱藏庫用電皆低於農戶規模之熱藏庫。雖然前者庫體大很多倍，但因隔熱設備良好，用電量反而少。

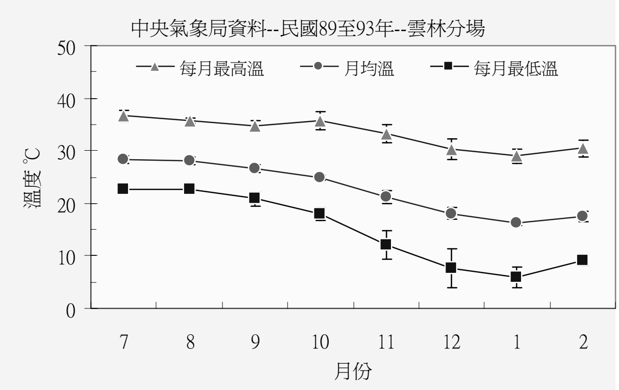


圖 7. 雲林地區每年 7 月至翌年 2 月的氣溫變化。

本研究農戶規模熱藏庫之庫存量爲 4 公噸，用電最少月份每日平均用電量 9 度（kw/h），用電量最多月份每日平均用電量 21 度（kw/h）。商業規模熱藏庫之庫存量爲 50 公噸，每日平均最少及最多用電量分別爲 13 及 17 度（kw/h）。每度電費以 5 元計，用電成本估算如下：

農戶規模之熱藏庫—

9 至 21 度/日 ×30 日/月 ×5 元/度 ÷4 公噸（庫存）

= 1,350 至 3,150 元 / 月 / 4 公噸

= 337.5 至 787.5 元 / 月 / 公噸

= 0.34 至 0.79 元 / 月 / 公斤

商業規模之熱藏庫—

13 至 17 度/日 × 30 日/月 × 5 元/度 ÷ 50 公噸（庫存）

＝1,950 至 2,550 元 / 月 / 50 公噸

＝39 至 51 元 / 月 / 公噸

＝0.04 至 0.05 元 / 月 / 公斤

農戶規模的熱藏用電成本爲商業規模的 8.5-15.8 倍。也許前者已可爲貯藏蒜球之農友接受，但若採用規模較大而隔熱性能佳的熱藏庫貯藏則可大幅降低用電成本。

蒜球熱藏之實用性

總括上述結果，熱藏蒜球之新法，可適用於一般農戶或專業貯藏者。蒜球熱藏期限自收穫乾燥完畢算起 8 至 10 個月，貯藏效果雖略遜於冷藏但比普通通風貯藏好很多（表一）。以農戶小坪數倉庫組裝成簡易式熱藏庫成本不高，以商業規模建造專業熱藏庫之技術亦已建立，兩者皆對蒜球的貯藏有良好效果。台灣夏季高溫期頗長，可利用天然的溫暖條件，每年先將蒜球放在通風良好的一般倉庫貯藏至 8-9 月；然後用熱藏方式貯藏至翌年 2-3 月。採行熱藏技術貯藏蒜球爲一經濟有效的方法。茲再將普通通風貯藏、冷藏及熱藏三種貯藏方法之特性列表比較如表一。

表一：蒜球普通通風貯藏、冷藏與熱藏之比較。

	普通通風貯藏	冷藏	熱藏
適用對象	蒜農或小規模專業貯藏者	專業貯藏者	蒜農或專業貯藏者
設備條件	一般房舍或倉庫	設備良好的冷藏庫	具隔熱設備的專用熱藏庫或一般倉庫改裝成簡易式熱藏庫
造價	低廉	昂貴	不高，介於普通通風貯藏庫與冷藏庫之間
庫溫	隨氣候而變化	-2℃至 0℃	30℃至 35℃
蒜球貯藏期限	約 6 個月 （每年 5 月至 10 月）	1 年以上	約 10 個月 （每年 5 月至翌年 2 或 3 月）
優點	1. 成本低 2. 簡便 3. 使用者易自行管理	1. 貯藏壽命長 2. 蒜球損耗少	1. 設備簡易，成本不高 2. 農友或專業貯藏者皆可採用 3. 蒜球出庫後不需回溫乾燥處理 4. 槲架壽命長
缺點	1. 蒜球損耗較多 2. 貯藏壽命短	1. 成本高 2. 若間斷低溫將令蒜球迅速發芽 3. 出庫後須作回溫乾燥處理 4. 槲架壽命短	1. 比普通通風貯藏略增成本 2. 需要簡單技術
其他輔助處理	採收前使用發芽抑制劑（如 MH），但有食用安全上的顧慮	採收前使用發芽抑制劑（如 MH），或鈷 60 照射，皆有消費者接受度之虞	無需配合處理

誌　謝

本研究承吳鳳凰及蔡淑如小姐協助試驗調查，謹此誌謝。

參考文獻

1. 王怡玎。2002。三個重要品種蒜球之適宜熱藏溫度。中國園藝48（4）：329-338。
2. 王怡玎、洪登村。2001a。蒜球對貯藏溫度之反應。中國園藝47（2）：185-194。
3. 王怡玎、洪登村。2001b。熱風處理對冷藏蒜球櫥架萌芽之抑制效果。中華農業研究50（1）：22-27。
4. 農業氣象旬報。交通部中央氣象局主編。2000-2004。台北市。
5. 林棟樑。1997。大蒜頭採收後之處理及貯藏。園產品採收後處理與運銷技術研討會專刊。p. 181-188。台灣省農業試驗所編印。
6. 邱阿昌、林茂維、張樹發。1975。大蒜種球之休眠期長短及打破休眠方法。中國園藝 21(3): 134-139。
7. 顏永福、吳明哲、連大進、陳水心。2000。蒜黃之促成栽培及其生長預測。 中華農學會報 1（3）：254-265。
8. Böttcher, H. and I. Günther. 1994. Quality changes during long term storage of garlic (Allium sativum L.).Ⅱ. External quality. Nahrung. 38(1): 61-69 (Hort. Abstr. 66(7) ： 5787： 1996).
9. Hardenburg, R. E., A. E. Watada, and C. Y. Wang. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. U. S. Dept. of Agric., Agriculture Handbook No. 66. P.59.
10. Jeong, Y. C. and K. W. Park. 1994. Effects of variety and bulbs size on quality changes during storage of garlic. J. Korean. Soc. Hort. Sci. 35（2）：131-138.（Postharvest News and Information Abstr. 6（6）：2536：1995）

High-temperature Storage of Garlic Bulbs (*Allium sativum* L.)

Yee-Ting Wang[1], Fu-Wen Liu[2], Ming-Xiu Liu[3], and Tie-Tao Chen[4]

1.Assistant Research Horticulturist, Agricultural Research Institute.
2.Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University.
3.Garlic grower, Yun-lin County, Taiwan.
4.Chairman, Er-lun Garlic Production Cooperative, Yun-lin County, Taiwan.

Summary

Based on the results of previous studies, garlic bulbs remain dormant at 30 - 35℃ high temperature for many months. Garlic growers in Taiwan keep their harvest easily from May to September each year when the ambient temperature is high. The bulbs are refrigerated if a longer storage period is necessary. This study tried high-temperature instead of cold storage of garlic bulbs. A small farm scale storage room and a larger commercial scale storage room were installed with proper insulation. Storage temperatures were kept at 30 - 35℃ with the aid of air-circulation fans and electric heaters. Garlic bulbs were harvested in April, cured and dried, stored in conventional air-ventilated common storage until September, and then transferred to the high-temperature storage rooms for continued storage until February the following year. Up to the end of storage, the garlic bulbs maintained good quality and suffered little (＜25%) storage losses. Similar bulbs stored in conventional storage room for the same period suffered severe losses (＞80%) due to sprouting, decay and bulb senescence. The costs of heating the high-temperature storage were reasonable. The high-temperature storage method was considered practical.

Key words：garlic bulbs, garlic cloves, high-temperature storage

葉菜類短期氣調貯藏技術之研發與應用

黃肇家[1] 蔡金玉[2] 黃慧穗[2] 陳祈然[3] 蔡宇奇[4] 劉富文[5]
行政院農委會農業試驗所園藝組副研究員[1]、約用助理[2]
子茂果菜生產合作社理事主席[3]、職員[4]
國立台灣大學園藝系教授[5]

摘　要

台灣在高溫季節裡生產葉菜類，易受不良氣候之左右。因此常造成不定時的短期供需失調，使菜價變化數以倍計。一般冷藏方法對葉菜類之保鮮效果不夠長，難以發揮調節供需之效。台灣農業試驗所先試驗氣調貯藏對各種葉菜之保鮮效果，然後研發可供商業規模應用之氣調貯藏技術，終獲實用之方法，經 6 次商業規模之試用皆證實有良好的效果及效益。

此種氣調庫之設計同時顧慮(1)氣密性良好，不易受地震損壞；(2)方便頻繁之入出庫作業，以適合同庫連續或間歇多次短期貯藏；及(3)葉菜入庫後快速降氧並維持精確的氣體成分，以提高保鮮效果。經過多次嘗試及改良之後選用夾層式氣調庫並配備精準的氣體控制儀器。在雲林縣土庫鎮子茂果菜生產合作社一間性能良好的冷藏庫內以鋼架與鐵皮築成一座長 × 寬 × 高為 18 × 3.5 × 3.5 m 之氣密性夾層式氣調庫，一次可貯藏 18~20 公噸葉菜。利用堆高機入出庫省工作業。利用冷藏庫之制冷設備再加裝氣調庫頂冰水管以控制低溫。以一台偵測控制儀，配合氮氣製造機、空氣壓縮機、鋼瓶裝二氧化碳及乙烯吸收器等組裝成氣調庫氣體控制系統。此庫可維持3~4℃低溫，2~3 %氧氣，5~6 %二氧化碳及<0.2 ppm 乙烯。氣調庫之兩側並設觀測窗，可隨時觀察庫內蔬菜之狀態。

以此氣調庫混合貯藏葉萵苣、青江白菜、芥菜、芥藍、小白菜、甘藍等六種主要葉菜及其他若干種少量葉菜，計十餘種。在 2003 年貯藏 3 次，2004 年貯藏 2 次，共 5 次。每次皆在豪雨前或菜價低迷時採收葉菜入庫；貯藏 2 至 3 星期菜價攀升之後出庫販售。雖然不同種類葉菜之貯藏效果略有不同，只要入庫時之品質尚佳，貯藏後之鮮度與貯藏前相若。同期間在一般冷藏庫貯藏之同類葉菜則老化或腐損嚴重。無論從調節夏季葉菜類供需或從農業營利之立場看，此種氣調貯藏技術皆有實用價值。

關鍵字：葉菜類、貯藏、氣調貯藏、夾層式氣調貯藏

前　言

氣調貯藏(controlled atmosphere (CA) storage)是低溫、低氧及高二氧化碳的貯藏方法，對於許多種園產品可以有效的延長貯藏壽命。台灣在春季梅雨期及夏季颱風期常有葉菜類缺乏之情形。為了穩定供需，常有大量蔬菜冷藏。由於葉菜類以一般在冷藏庫之貯藏壽命不長，本研究嘗試以氣調貯藏來延長貯藏壽命。經多次小規模試驗，證實氣調貯藏能提高貯藏壽命由 1-2 星期提高到 3 星期左右。因此再擴大進行商業規模貯藏技術之研發，包括建造商用氣調貯藏庫，實地測試大量貯藏之效果及管理方法。

本研究最初以半商業規模測試甘藍氣調貯藏之效果，使用經過冷藏 3 個月‘moru’甘藍，再以氣調貯藏 3 個月後可售率比繼續冷藏 3 個月者高約 10%，並減少球心黑塊之發生，且可抑制櫥架時切口水浸狀腐爛。本研究亦曾嘗試貯藏夏季高山產之‘初秋’甘藍。由於 6、7 月採收期山區常有陣雨，甘藍內葉有水傷，冷藏之腐損率非常高。氣調貯藏之腐損率雖比冷藏低 15%左右，品質亦較高，但仍未達商業上應用之程度。最後以一般葉菜類進行商業

規模測試短期氣調貯藏，結果良好。

氣調貯藏在美國廣泛應用於蘋果、西洋梨以及甘藍等之長期貯藏(Kader, 2002)，其中甘藍以氣調貯藏可使貯藏壽命增加數個月。每一種水果或蔬菜要做氣調貯藏之前需先找到適當的氧氣及二氧化碳濃度，例如甘藍適合之氣體組合為氧氣 2～3%，二氧化碳為 3～6% (Bohling and Hasen 1977，Gariepy et al 1985，Geenson and Browne 1980，Lipton 1977，Saltvei Jr. 1988)。氣體濃度控制不佳會使貯藏效果不好，甘藍長時間在低氧(<2%)中會產生甜味，在 26%二氧化碳中則會有異味，>10%二氧化碳中則會變色(Lipton 1977)。

其他蔬菜之氣調條件在台灣研究不少。例如空心菜以 1-3%氧氣為佳，高二氧化碳會促進黃化(馮 1993)；青花菜以 1%氧氣為佳，高二氧化碳有益(翁 1996)，以 1%氧氣配合 6%二氧化碳密封包裝有很好的效果(王 1977)；氧氣濃度低於 3%對青江白菜(青梗白菜)最好；小白菜則需氧氣在 1%才有較好的效果，而葉萵苣因易產生病斑，低氧之效果不明顯(唐 1997)。

貯藏溫度對貯藏蔬菜之品質亦有重要影響。各種蔬菜各有其貯藏之適當溫度(Hardenburg et al 1986，陳和錢 1993)。本研究每次試驗商業規模貯藏時，都會將數種蔬菜合併一庫貯藏，因此需選擇貯藏適溫相近之蔬菜種類。例如適合接近 0℃低溫之甘藍菜、青江白菜、葉萵苣、菠菜、結球白菜、芥藍菜、芥菜等(陳和錢 1993)可同貯一庫。此外乙烯會破壞葉綠素，促進綠色組織黃化(Kader，2002)。葉菜類大都會受乙烯影響，造成黃化而縮短壽命。因此本研究使用填充過錳酸鉀之乙烯吸收器，把氣調庫內的乙烯濃度降到 0.2ppm 以下。

台灣地震多，曾興建歐美式之氣調貯藏庫有易生小裂縫，破壞氣密之虞。因此林等(1986)曾設計在冷藏庫內以塑膠布封製成大型的帳式氣密小庫，再填加二氧化碳或充氮來控制氧氣和二氧化碳的濃度以貯藏甘藍。但此種設備在庫體氣密性及氣調之控制均不甚精確。後經多年的研發改進，成為本報告之控制氣密及氣調系統，得到良好的結果。

材料與方法

1.間歇使用之氣調貯藏設備

(1)氣調庫體

本研究使用之氣調庫設在雲林縣土庫鎮子茂果菜生產合作社之冷藏庫內。庫體為鐵皮所組成，直接設置在冷藏庫中地面上。底部以花紋鋼板銲接而成，堆高機可在其上行駛，四周壁及庫頂皆為平面先以 C 型鋼作成支架，再以薄烤漆扳(厚度 0.4cm)用螺絲釘鎖上，其接縫以矽膠完全封密。庫體側邊壁外距冷藏庫壁約 50 公分，以便流通冷氣降溫及人員通行。庫體長寬為 18m × 3.5m(約 20 坪)，高 3.5m，可以容納約 50 個棧板或巧固架。質地較重的葉菜如甘藍一次可貯 20 噸以上；質地輕的葉菜則可貯 18 噸。

庫門亦以烤漆板製成，關上後以矽膠封密。氣調庫庫頂之下懸掛長約 15m 周徑 6cm 之冰水管 10 條，以便加速庫溫之下降以及維持預期之低溫。庫內有 4 條溫度感應器，可以測量庫內上方、中央、下方以及蔬菜之溫度。

庫內頂部置日光燈，庫體兩側設有觀測窗，可隨時觀測內部蔬菜外觀之變化。

(2)氣調控制

在氣調庫外設置一個氣體偵測控制儀(ACU，auto control unit， Nitec USA)。此控制儀有 2 條管道通到氣調庫內，1 條為氣體取樣管，1 條為輸入管；另外有 3 條管道分別接上氮氣製造機、空氣壓縮機以及二氧化碳鋼瓶。運作時，控制儀 24 小時不停的自取樣管抽取氣調庫內的氣體，測定氧氣及二氧化碳的濃度，將測定結果顯示到面扳上，並貯存到其記憶體內。本控制儀同時依人為設定的氧氣及二氧化碳濃度進行庫內氣體調整。在氧氣過於設定值時自動打開氮氣接頭，使氮氣自輸入管輸入氣調庫內，直到氧氣濃度降到設定值為止。庫內氧氣濃度太低時，則輸入空氣，二氧化碳濃度低於設定值時，會自動輸入二氧化碳。貯藏久了，二氧化碳濃度逐漸升高到大於設定值時，

又會自動通入氮氣以沖淡二氧化碳濃度。

另在氣調貯藏開始前，庫內 4 個角落各裝上一個乙烯吸收器，內裝有過錳酸鉀乙烯吸收劑(普慮寶 Purifal)，並由一個風扇強迫氣體流經吸收劑去除乙烯。

2.蔬菜貯藏試驗

本設備於 92 年 6 月完成後，於 7 月、10 月、11 月進行 3 次蔬菜貯藏試驗。又在 93 年 5 月、6 月、8 月進行 3 次貯藏。每次貯藏多種葉菜類 18~20 公噸。試驗時每種蔬菜皆有一部分放冷藏庫作爲對照。

蔬菜入庫前均經壓差預冷，使溫度降到 3~5℃後移入氣調庫，在 3 天之內裝滿後即封庫。貯藏期間記錄貯藏溫度及氧氣、二氧化碳濃度之變化。貯藏後評估記錄蔬菜品質及依品質推定其可售之價格。蔬菜品質評估及價格之核定由子茂果菜生產合作社負責蔬菜採購及出貨之專門人員執行，對所有氣調貯藏及冷藏之蔬菜全面查驗後評定品質，可售價格依出庫後蔬菜品質比對當時市場品質與價格推估。整修率由農試所取樣，每種蔬菜取 2 籃，每籃約 20～30 公斤（依蔬菜種類而異）。將不良部分整修後秤重，計算整修率。

結　果

一、氣調庫之溫度及氣體控制效果

(一)溫度控制

氣調庫於封庫後 1 日內，庫內溫度及蔬菜溫度皆達到設定溫度。溫度自動記錄器（爲日制，廠牌 Yokogawa，型號 MV112）記錄之氣調庫內溫度極爲平穩在 3℃至 4.5℃之間起伏，而氣調庫外之冷藏庫溫度則在 2℃至 6℃之間起伏，(圖 1)。氣調庫內高處、中央及低處 3 個地方之溫度略有差異；越高處之溫度越高，但最高和最低之差在 1℃以下，(圖 2)仍算相均勻。人工記錄水銀溫度計量測之溫度，冷藏庫氣溫穩定後在 1.9℃至 4.2℃間起伏，而氣調庫溫度穩定後在 3.0℃至 3.9℃間起伏，庫內上層與下層間之溫度差小於 0.5℃(表 1)。

溫度自動記錄器記錄之蔬菜溫度也非常平穩；在冷藏庫之對照組菜溫穩定的維持於 3℃，而氣調貯藏的菜溫穩定的維持於 4℃(圖 2)。另外人工量側記錄之冷藏庫蔬菜溫度平穩時爲 3.2~3.4℃，而氣調貯藏蔬菜則爲 3.0~3.8℃(表 1)。

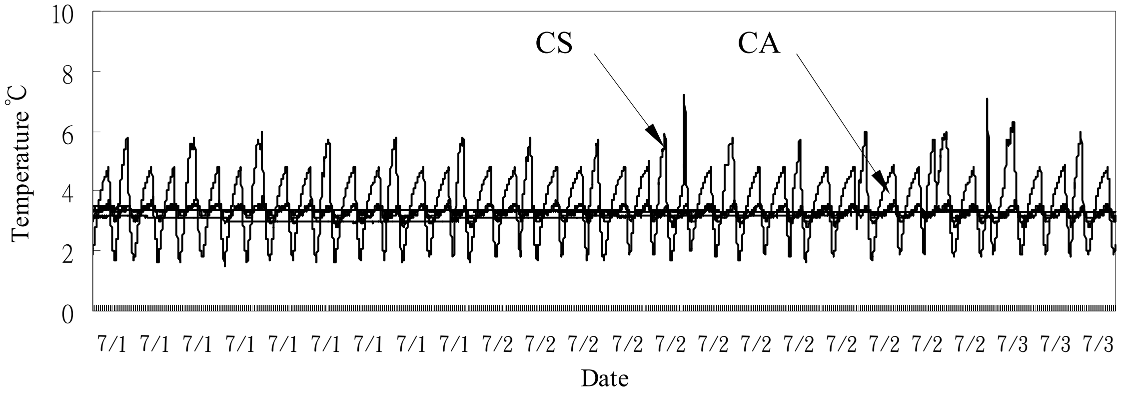


圖 1. 蔬菜氣調貯藏期間氣調庫內(CA)與氣調庫外之冷藏庫內(CS)溫度之變化(2004 年 7 月 1 日~7 月 3 日)

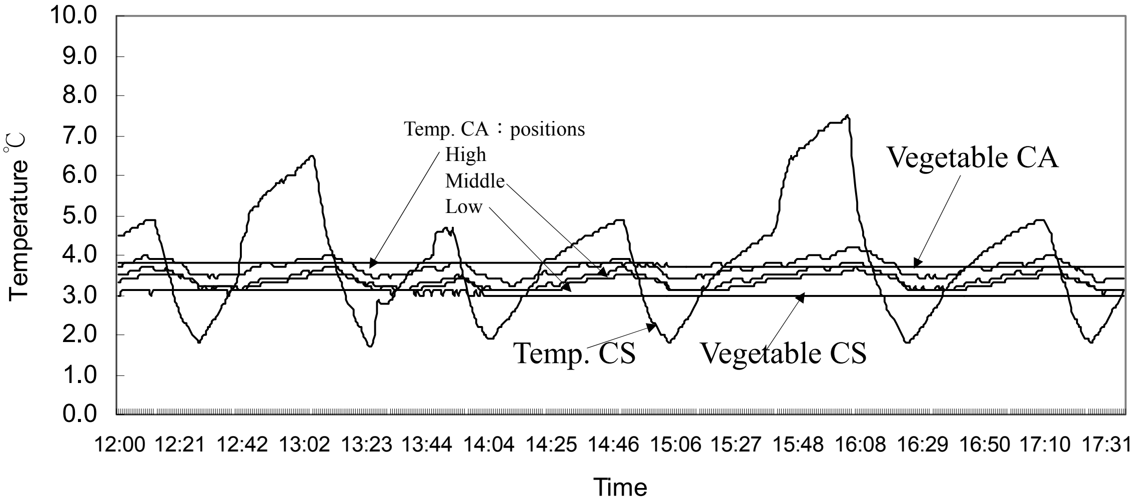


圖 2. 蔬菜氣調貯藏期間氣調庫內(CA)與氣調庫外之冷藏庫內(CS)5 小時之溫度變化(2004 年 6 月 25 日)
High：CA 庫內高處；Middle：CA 庫內中間處；Low：CA 庫內低處。

表 1.蔬菜氣調貯藏溫度及氧氣、二氧化碳濃度紀錄(93 年 6 月 24 日 18 時封庫)

調查日期	調查時間	各點測得之溫度						$\%O_2$	$\%CO_2$
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6		ACU
		CA-中層	CA-下層	CA-上層	CA-菜溫	CS-氣溫	CS-菜溫	ACU 顯示	顯示
6/25	14:00	3.1℃	3.1℃	3.5℃	3.8℃	3.3℃	3.0℃	23.4	0.3
6/26	15:00	3.4℃	3.6℃	3.9℃	3.5℃	4.8℃	3.1℃	11.8	0.4
6/27	14:00	3.3℃	3.5℃	3.8℃	3.4℃	3.1℃	3.1℃	6.6	0.4
6/28	23:00	2.8℃	3.2℃	3.1℃	2.9℃	2.8℃	3.1℃	3.5	0.5
6/29	12:00	3.0℃	3.0℃	3.0℃	3.0℃	4.1℃	4.2℃	3.3	0.6
6/30	08:00	3.8℃	3.7℃	3.9℃	3.5℃	3.5℃	4.3℃	3.4	5.5
7/01	09:00	3.4℃	3.4℃	3.5℃	3.5℃	4.2℃	3.2℃	3.2	5.7
7/02	09:00	3.4℃	3.3℃	3.5℃	3.4℃	4.2℃	3.1℃	3.1	5.8
7/03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/04	08:00	3.2℃	3.1℃	3.2℃	3.4℃	2.8℃	3.4℃	3.2	6.2
7/05	09:00	3.4℃	3.3℃	3.4℃	3.4℃	2.4℃	3.4℃	3.1	6.4
7/06	12:00	3.5℃	3.5℃	3.6℃	3.4℃	4.7℃	3.3℃	3.0	6.5
7/07	10:00	3.3℃	3.1℃	3.2℃	3.4℃	3.4℃	3.3℃	2.8	5.7
7/08	09:00	3.8℃	3.7℃	4.2℃	3.5℃	4.2℃	3.3℃	2.7	5.9
7/09	09:00	3.4℃	3.1℃	3.3℃	3.4℃	2.7℃	3.4℃	2.6	6.1
7/10	08:00	3.1℃	3.0℃	3.1℃	3.4℃	2.0℃	3.4℃	2.5	6.2
7/11	13:00	3.2℃	3.1℃	3.1℃	3.5℃	1.9℃	3.2℃	2.3	6.4
7/12	09:00	3.5℃	3.5℃	3.5℃	3.4℃	4.1℃	3.3℃	2.3	6.5

註 1.：CA 表示氣調貯藏，CS 表示冷藏。

(二)氣體控制

93 年 6 月之貯藏試驗，氣調庫於封庫後(6 月 24 日 18 時封庫)，氧氣濃度在 3 日內降到 8%以下，於 5 日內降到設定值 3%(圖 3)。此時二氧化碳迅速輸入庫內，在 1 日內升到設定值 5.5%。其他名次試驗之降氧及二氧化碳調升速率類似不贅述。

依 ACU 自動控制，氧氣及二氧化碳維持在一定許可範圍，氧氣爲 2.5-3.5%，二氧化碳 5.5-6.5%。在氧氣與二氧化碳濃度達到設定值之後，氣體不再進入庫內。其後氣調庫之氧氣會很緩慢的下降，二氧化碳緩慢的上升。二氧化碳上升比氧之下降快一些；於二氧化碳高到 6.5%時，ACU 自動開啓氮氣，塡加少量的氮使二氧化碳降低到接近 5.5%之後再關閉(圖 3)。當氧氣濃度低於 2.5%時 ACU 應會自動開啓壓縮空氣筒注入空氣，到氧氣濃度升至 3.5%爲止。但在該次貯藏試驗中，6 月 25 日至 7 月 11 日期間未見注入空氣以升高氧氣(圖 3)。

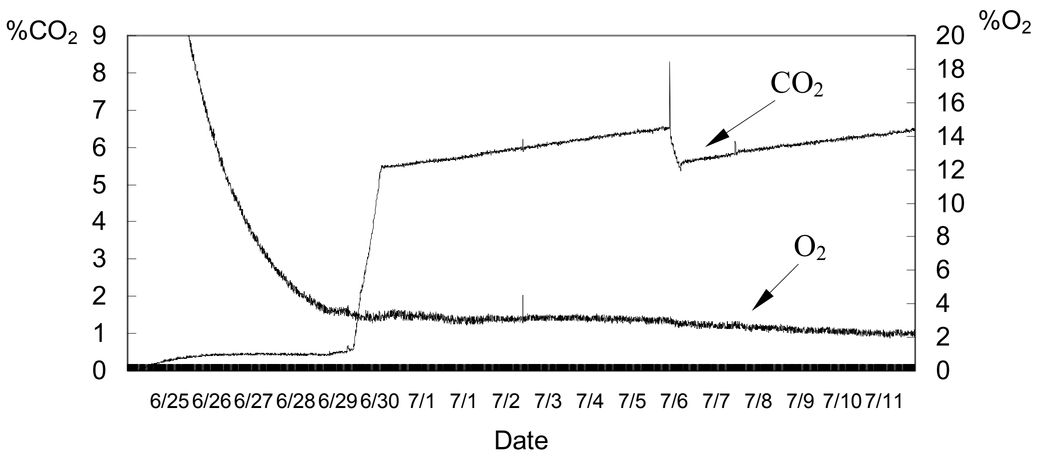


圖 3. 蔬菜氣調貯藏期間氣調庫內與氧與二氧化碳濃度之變化
(2004 年 6 月 24 日~7 月 12 日)

二、蔬菜氣調貯藏效果

(一)蔬菜貯藏後之品質

本研究先試驗許多種蔬菜之氣調貯藏效果，很快就得知不耐冷之蔬菜如空心菜、蕃薯葉、瓜果類等，在 1~3℃之氣調貯藏仍有嚴重之寒害。又如小白菜、結球白菜，氣調貯藏後之品質雖然比冷藏(對照)組好很多，但仍受低溫傷害而商業價值低。因此上述品種不利氣調貯藏。

經多次貯藏試驗後，又發現即使是耐冷性的蔬菜如青江菜、葉萵苣、小白菜等，以稍高的低溫(3-4℃)氣調貯藏會比 1-2℃好。甘藍或許在 1-2℃會比 3-4℃好，但是以多種蔬菜共同貯藏，而且貯藏時間低於 1 個月之狀況下仍採用 3-4℃，貯藏後品質也夠好。

93 年 5 月及 6 月貯藏試驗之結果，所有的蔬菜氣調貯藏後之品質都比冷藏的好(表 2、表 3);氣調貯藏之蔬菜可售率也都比冷藏者高很多(表 4)。其中 6 月進行氣調貯藏者有許多種蔬菜在貯藏後，品質評分仍爲+2，亦即和鮮採的差不多。即使在夏天所產的葉菜類，以氣調貯藏仍能維持良好的品質至少 18 日。其後各次貯藏試驗之結果類似，數據不贅述。

表 2. 幾種 5 月生產之葉菜類蔬菜以氣調貯藏及冷藏 18 日入庫前與出庫後之品質比較(貯藏期間：2004 年 5 月 24 日至 2004 年 6 月 11 日)

		進貨品質		出貨品質		
蔬菜種類	貯藏方法	色澤	鮮度	色澤	鮮度	腐爛
1.葉萵苣	冷藏貯藏	+2	+2	0	-1	0
1.葉萵苣	氣調貯藏	+2	+2	+2	+2	0
2.青江菜	冷藏貯藏	+2	+2	-1	-2	0
2.青江菜	氣調貯藏	+2	+2	0	+1	0
3.芥菜	冷藏貯藏	+2	+2	-1	-2	1
3.芥菜	氣調貯藏	+2	+2	+1	+1	0
4.芥藍菜	冷藏貯藏	+1	+1	-1	-2	1
4.芥藍菜	氣調貯藏	+1	+1	+1	+1	0
5.小白菜	冷藏貯藏	+1	+2	-2	-2	2
5.小白菜	氣調貯藏	+1	+2	-1	-1	0
6.甘藍	冷藏貯藏	+2	+1	+1	0	0
6.甘藍	氣調貯藏	+2	+1	+2	+1	0

註: 1.色澤、鮮度以+2 代表很好，1 代表還好，0 代表不好不壞，-1 表不大好，-2 代表很壞。
2.腐爛以 0 代表無腐爛，1 代表少量腐爛。2 代表中等。3 代表嚴重腐爛。

表 3. 幾種 6 月生產之葉菜類蔬菜以氣調貯藏及冷藏貯放 18 日入庫前與出庫後之品質比較(貯藏期間：2004 年 6 月 24 日至 2004 年 7 月 12 日)

		進貨品質		出貨品質		
蔬菜種類	貯藏方法	色澤	鮮度	色澤	鮮度	腐爛
1.葉萵苣	冷藏貯藏	+2	+2	0	0	0
1.葉萵苣	氣調貯藏	+2	+2	+2	+2	0
2.青江菜	冷藏貯藏	+2	+2	-1	-1	0
2.青江菜	氣調貯藏	+2	+2	+2	+2	0
3.芥菜	氣調貯藏	+2	+2	+2	+2	0
3.芥菜	冷藏貯藏	+2	+2	-1	-1	1
4 芥藍菜	冷藏貯藏	+2	+2	-1	-1	0
4.芥藍菜	氣調貯藏	+2	+2	+2	+1	0
5.小白菜	冷藏貯藏	+2	+2	-2	-2	1
5.小白菜	氣調貯藏	+2	+2	+2	+1	0
6.甘藍菜	冷藏貯藏	+2	+2	+1	+1	0
6.甘藍菜	氣調貯藏	+2	+2	+2	+2	0

註: 1.色澤、鮮度以+2 代表很好，1 代表還好，0 代表不好不壞，-1 表不大好，-2 代表很壞。
2.腐爛以 0 代表無腐爛，1 代表少量腐爛。2 代表中等。3 代表嚴重腐爛。

表 4. 幾種 5 月產之葉菜以氣調貯藏及冷藏 18 日後之可售率比較(貯藏期間:2004 年 5 月 24 日至 2004 年 6 月 11 日)

蔬菜種類	貯藏方式	可售率(%)	說明
葉萵苣	冷藏貯藏	81	整修後色澤鮮度較差，售價較低
芥菜	冷藏貯藏	57	整修後色澤鮮度較差，售價較低
青江菜	冷藏貯藏	71	整修後色澤較差，售價較低
芥藍	冷藏貯藏	15	整修後色澤鮮度差，售價不敷整修工資
小白菜	冷藏貯藏	5	整修後色澤鮮度差，售價不敷整修工資
葉萵苣	氣調貯藏	100	
芥菜	氣調貯藏	95	
青江菜	氣調貯藏	94	
芥藍	氣調貯藏	83	
小白菜	氣調貯藏	57	葉色偏黃

(二)蔬菜貯藏後之可售價格

蔬菜經貯藏後，依其品質之良劣和出庫時同等貨色之市場價格比對定其可售價格。氣調貯藏蔬菜全部在貯藏後價格提高(表 5、表 6)，係因季節性菜價波動之故，尤其是 6 月貯藏者，貯後售價甚高，是受到颱風（敏督利）過後之影響。氣調貯藏蔬菜因能維持高品質，可以享受市場之漲價。但是冷藏蔬菜因品質差，有些已無販售價值，有些仍須降低售價，大多種類皆會耗損(表 5、表 6)。

表 5.幾種 5 月生產之葉菜以氣調貯藏及冷藏 18 日後之可售價格及損益比較(貯藏期間：2004 年 5 月 24 日至 2004 年 6 月 11 日)

蔬菜種類	貯藏方法	進貨價格(元/公斤)	出貨價格(元/公斤)	價差(元/公斤)	貯藏量(kg)	增加價值(元)
1.葉萵苣	冷藏貯藏	6	7	+1	75	75
2.青江菜	冷藏貯藏	6	4	-2	75	-150
3.芥菜	冷藏貯藏	6	4	-2	60	-120
4.芥藍菜	冷藏貯藏	7	未能出貨	-7	60	-420
5.小白菜	冷藏貯藏	6	未能出貨	-6	60	-360
6.甘藍	冷藏貯藏	8	9	+1	90	+90
合計					420	-885
氣調貯藏						
1.葉萵苣	氣調貯藏	6	12	+6	3,360	20,160
2.青江菜	氣調貯藏	6	8	+2	2,960	5,920
3.芥菜	氣調貯藏	6	10	+4	1,180	4,720
4.芥藍菜	氣調貯藏	7	12	+5	1,960	9,800
5.小白菜	氣調貯藏	6	9	+3	380	1,140
6.甘藍	氣調貯藏	8	11	+3	7,960	23,880
合計					17,800	65,620

註：冷藏組僅少量對照。

表 6.幾種 6 月生產之葉菜以氣調貯藏及冷藏 18 日後之可售價格及損益比較(貯藏期間：2004 年 6 月 24 日至 2004 年 7 月 12 日)

蔬菜種類	貯藏方法	進貨價格(元/公斤)	出貨價格(元/公斤)	價差結算(元/公斤)	貯藏量(kg)	增加價值(元)
1.葉萵苣	一般冷藏	7	10	+3	1,980	5,940
2.青江菜	一般冷藏	6	4	-2	3,550	-7,100
3.芥菜	一般冷藏	7	4	-3	640	-1,920
4.芥藍菜	一般冷藏	6	4	-2	2,440	-4,880
5.小白菜	一般冷藏	6	未能出貨	-6	980	-5,880
6.甘藍	一般冷藏	6	12	+6	7,780	46,680
合計					17,370	32,840
1.葉萵苣	氣調貯藏	7	12	+5	1,980	9,900
2.青江菜	氣調貯藏	6	15	+9	3,550	31,950
3.芥菜	氣調貯藏	7	14	+7	640	4,480
4.芥藍菜	氣調貯藏	6	12	+6	2,440	14,640
5.小白菜	氣調貯藏	6	15	+9	980	8,820
6.甘藍	氣調貯藏	6	12	+6	7,780	46,680
合計					17,370	116,470

註：冷藏組僅少量對照。

三、效益分析

本氣調貯藏設備屬於首創，有一些組件(如溫度記錄器)，採用高規格產品，有些組件(如氣調庫體)在完成前經數次修改，因此成本價較高。此外有些設備之需要性仍未確定，如冰水管及其附屬設備。因此，實用之氣調庫應比本試驗庫成本低甚多。目前粗估與試驗庫同等大小之氣調庫成本需 143-175 萬元(表 7)。

蔬菜每批次氣調貯藏，除冷藏成本外還多增氣調成本 3,520 元左右(表 8)。如以 93 年 5、6 月貯藏之菜價差利潤(表 5、表 6)平均推算，貯藏 16 至 20 批次即可收回設置成本。

表 7. 夾層式氣調貯藏設備之機組配件成本估算

項目	金額(萬元)
1.氮氣機	58
2.空壓機	5.8
3.冷凍乾燥機	2.2
4.氣體測定及控制器	32
5.鐵皮氣密庫	30~50
6.溫度記錄器	6~11
7.冰水設備	12~20
合計	149~179

註：本設備不含一般冷藏庫之成本，本氣調庫規格長 x 寬 x 高為 18×3.5×3.5m。

表 8.氣調貯藏 18-20 噸蔬菜支出管理費用

支出項目	金額(元)	說　明
1.人力	1,200	
2.電費	1,200	
3.乙烯吸收劑	220	使用 1kg
4.二氧化碳	900	使用 1.5 瓶
5.維修	0	
合計	3,520	

註：本項支出為不含冷藏之基本支出。

討　論

本研究商業用氣調貯藏之設備及操作管理技術經逐年改良之後，已經成熟可用，庫體之設製、溫度與氣調之控制，以及適宜氣調貯之蔬菜種類選擇等，皆已獲得良好結果。後期之貯藏試驗，證實多種蔬菜貯藏後品質甚佳，效益甚高。短期氣調貯藏蔬菜確有商業化實用價值；至於終年定期長期貯藏台灣蔬菜之應用價值則須進一步探究。

本技術將來可在降低成本及擴充用途上加以改善。在降低成本上可發展一機對多庫。同一機組，可同時管控多間氣調庫；在一庫之氣體控制好後，再換調另一庫，或者把各庫之入庫時間隔開。這樣可以分攤控制設備之費用，以降低成本。另外把氣調庫加大，以同樣的機組因貯藏量加大亦可降低成本。在擴充用途上，可考慮一些蔬菜種類目前以氣調貯藏仍未達理想者，如結球白菜及小白菜等，也許試用較高的貯藏溫度或改變氣體組合條件能改善效果。

台灣每年都有許多蔬菜長期貯藏，例如甘藍；有些則是生產過剩時貯藏，例如甘藍、結球白菜、花椰菜等。其氣調貯藏之效益值得評估或試驗。

參考文獻

1.林學正、黃肇家、鐘玉燕。1986。甘藍簡易人工大氣貯藏試驗。中華農業研究 35 ：186-191。
2.唐志婷。1997。低氧及乙烯處理對綠色蔬菜採後黃化之影響。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文 96pp。
3.翁一司。1996。氣變包裝技術應用在青花菜採收後保鮮上之研究。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文 110pp。
4.陳如茵、錢明賽。1993。臺灣蔬菜的儲存。食品工業研究所編印 131pp。
5.馮永富。1993。甕菜採收後生理與氣調貯藏之研究。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文 82pp。
6.黃肇家。1987。甘藍菜與結球白菜之人工大氣貯藏初步試驗。農藥世界 8:48-49。
7.Bohling, H. and H. Hansen. 1977. Storage of white cabbage (Brassica Oleracea var. capitata) in controlled atmospheres. Acta Hort. 62:49-54.
8.Gariepy, Y., G. S. V. Raghavan, R. Pleasse, and R. Theriault, 1978. Long time storage of cabbage, celery, and leeks under controlled atmosphere. Acta 157:193-201.
9.Geeson, J. D. and K. M. Browne, 1980. Controlled atmosphere storage of winter white cabbage. Ann. Appl. Biol. 95:267-272.
10.Hardenburg, R.E.,A.E.Watada and C.Y.Wang.1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U.S.Dept. of Agric,. Agriculture Handbook No.66. P.59.
11.Kader, A. A., 2002. Post harvest technology of horticultural crops. University of California Agricalture and Natural Resources Publication 3311.
12.Lipton, W. J. 1977. Recommendation for CA storage of broccoli, brussels sprouts, cabbage,

cauliflower, asparagus and potatoes. Proceedings of the second National Controlled Atmosphere Research Conference. p277-281.
13. Saltveit, Jr. M. E. 1989. A summary of requirements and recommendations for the controlled and modified atmosphere storage of harvested vegetables. Proceedings Fifth International Controlled Atmosphere Research Conference. p329-352.

Controlled Atmosphere Technology for Intermittent Use in Short-term Storage of Leafy Vegetables

Chao-Chia Huang[1], Chin-Yu Tsai[2], and Hui-Sui Huang[2],
Chi-Jan Cheng[3],Yu-Chi Tsai[4], and Fu-Win Liu[5]
Associate Researcher[1], Project Assistant[2],Agricultural Research Institute, COA
Chairman[3] and Employee[4] of Tzumau Fruit and Vegetables Production Cooperative,
Professor[5], Department of Horticulture, National Taiwan University

Summary

The production of leafy vegetables in Taiwan has been unstable during rainy spring and summer seasons. A short term storage from harvesting peak to valley often generates dramatic profits. The storage life of most leafy vegetables in cold storage is not long enough to wait for significant price increase. Therefore controlled atmosphere (CA) storage has been tested and proved to be practical. A commercial scale CA storage facility and technology has been developed in this study. The system is a jacketed CA, i.e. an air tight CA room built in a cold storage. The CA room of 18m x 3.5m x 3.5m(height) is made of steel frames and galvanized metal sheets, It has a capacity to store 18-20 tons of leafy vegetables each time. Fork lifts can be used in loading and unloading operations. Oxygen and carbon dioxide at 2.5~3.5% and 5.5~6.5% respective are precisely controlled by using an automatic CA control unit equipped with a nitrogen generator, an air compressor and a steel cylinder of carbon dioxide. A stable temperature range of 3-4℃ has been maintained during storage.

The system has been tested for 6 times with more than 10 kinds of leafy vegetables including leafy lettuce, pak-choi, mustard, Chinese kale, cabbage etc mix-loaded. Each storage cycle lasted 2 to 3 weeks and the stored vegetables were sold when the price was right. CA stored vegetables maintained good quality while similar vegetables kept in cold storage for the same period lost their quality almost entirely. This kind of CA storage seems practical and profitable.

Key words：Leafy vegetables, storage, controlled atmosphere (CA) storage, jacketed CA.

截切蔬菜之處理技術及產業之應用

王憶鎧
食品工業發展研究所副研究員

摘 要

在生鮮及輕度加工處理產品中，微生物屬於自然污染，而這些污染可能來自於許多方面，其中包括農場環境、收穫後處理及加工過程等，農產品成爲微生物最佳棲息地，在加工過程中植物的組織遭受破壞，使得微生物有機會污染產品，也由於輕度加工與冷凍及裝罐產品不同，無法以熱處理方式提供降低微生物的機會，此類產品可能由於病原菌污染、保存期限短及衛生條件不易控制而造成許多風險。最近許多可能出現於蔬果之病原菌已被證明，但仍缺乏了解生鮮截切產品在加工過程中，微生物是如何代謝及生長？而許多病原菌如假單胞菌（pseudomomas）及乳酸菌（lactic acid bacteria）是否也會影響其它種類之病原菌？而這些問題正是我們管制品質及產品安全性上重要的資訊。

關鍵字：輕度加工、截切、保存期限、微生物污染

前 言

在生鮮及輕度加工處理產品中，微生物屬於自然污染，而這些污染可能來自於許多方面，其中包括農場環境、收穫後處理及加工過程等，農產品成爲微生物最佳棲息地，在加工過程中植物的組織造成破壞使得微生物有機會污染產品，也由於輕度加工與冷凍及裝罐產品不同，無法以熱處理方式提供降低微生物機會，此類產品可能由於病原菌污染、保存期限短及衛生條件不易控制而造成許多風險。最近許多可能出現於蔬果之病原菌已證明，但缺乏了解影響微生物在生鮮截切產品之加工過程中，是如何代謝及生長？而許多病原菌如假單胞菌（pseudomomas）及乳酸菌（lactic acid bacteria）是否也會影響其它種類之病原菌？而這些問題正是我們管制品質及產品安全性重要的資訊。

生鮮截切蔬果之定義與特性

國際截切製造協會 (International Fresh-cut Produce Association; IFPA)和產品市場協會(Produce Marketing Association; PMA)爲生鮮截切產品定義爲：任何水果或蔬菜或其組合之樣品經過物理方式改變其原始型態且保持新鮮狀態之產品。IFPA 評估在美國地區 2000 年生鮮截切產品市場約佔 100-120 億美元。美國也調查對於生鮮產品在 1990 至 1998 年間對於生菜沙拉約佔 53.1%(圖 1 A)，且習慣性食用這些生鮮產品產品之比例爲 75.3%(圖 1 B)，可見生鮮截切產品成長相當快，消費於生鮮蔬果之金額比起 1987 年增加 105% 。一般消費者對於生鮮截切產品之認定，通常認爲此類產品是具有「方便性」及「營養性」，且具廣泛性消費特性，尤其職業婦女增多的趨勢下，此類產品已完成清洗、截切及包裝，可有效節省處理時間。

生鮮蔬果由田間收成之蔬果經過篩選、清洗、切片、清洗及消毒等處理者稱爲生鮮截切蔬果，又稱爲半處理蔬果或輕度加工 (minimally processed) 蔬果。此類食品具「生鮮自然」之特質，能滿足消費者新鮮、營養及健康之需求。截切加工過程如去皮、截切或切片等不僅造成污染機會，也同時傷害到蔬菜之組織與結構，使得營養物質及細胞液流出，由於此類產品未經加熱處理來降低微生物污染，也因此微生物問題造成生鮮截切產品經濟價值之風險，如保存期限短、病原菌造成食物中毒事件等。

生鮮截切蔬果微生物污染

蔬果從田間管理、收穫後處理、加工過程、及運輸中便可能召遭受微生物污染，許多文獻報導多數以此類產品之總生菌數或大腸桿菌群當作指標來管控污染程度，許多非病原性之微生物種類常出現於此類產品之表面，如腸內細菌（enterobacter）。許多蔬果之微生物含量及範圍如表 1 所示，總生菌數因不同種類範圍由 10^3~10^9CFU/g，且 80~90% 皆爲革蘭氏陰性菌，且芽菜類之菌數皆高於其它類別，增加了清洗消毒之困難度。

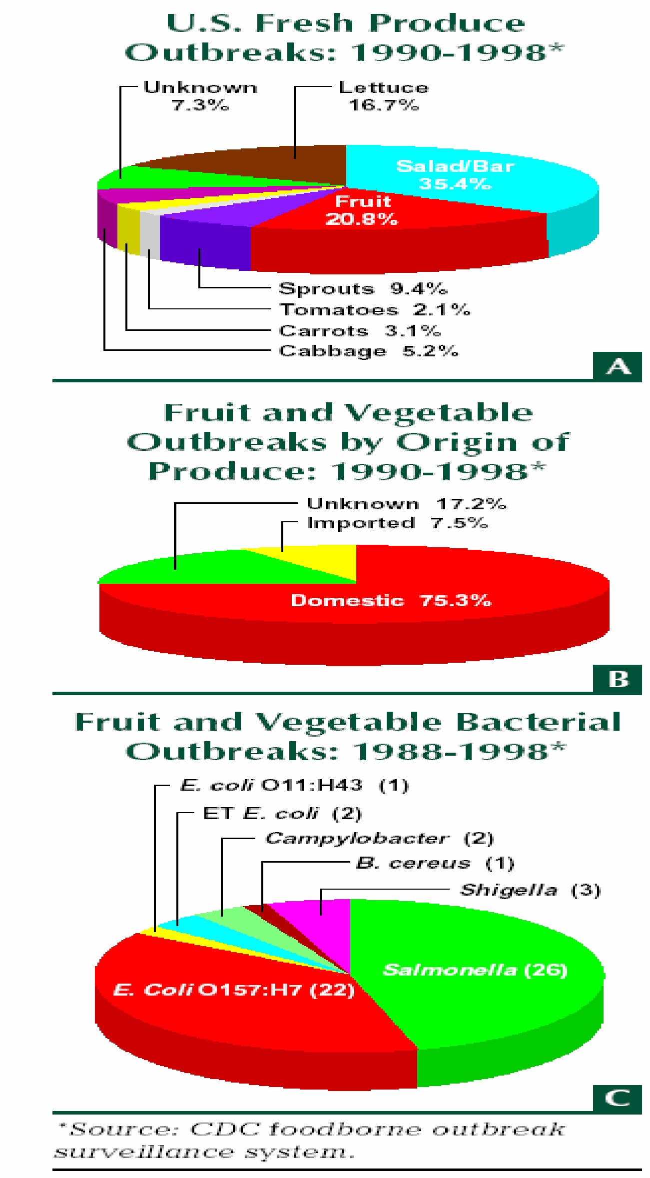


圖 1.　截切蔬果產品及其造成中毒案件統計圖

表 1.出現於各類蔬果之微生物及其含量
Table1. Total microbial populations and predominant microbial group present on vegetables.

Fresh-cut product	Microbial Population (log cfu/g)				Ref.
	Total count	Coliform count	Lactic acid bacteria	Yeast and molds	
Cabbage	6.3±1.1	5.5±1.0	ND-2.4	ND-2.2	Garg et al.,1990
Alfalfa sprout	8.5±0.7	6.2±0.8	–	–	王等, 2003
Cucumber	7.6±0.8	5.5±1.0	–	–	王等, 2003
Carrot	4.9–5.1	2.8–3.9	1.7–2.6	2.0–2.2	Odumeru et al., 1997
A pea shoot	7.4±1.2	6.5±1.4	–	–	王等, 2003
Broccoli florets	4.7	2.1	–	3.25	Jacques and Morris , 1995
Cantaloupe	6.11	–	–	–	Sapers and Simmons,1998
Shredded carrots	3.85	2.3	1.65	2.00	Siningaglia et al., 1999
Lettuce	6.2	–	–	–	Francis and O'Beirne,1998
Mixed salad	1.84–2.99	0.7–1.9	–	–	Martinez-Tome et al., 2000
Ready-to-eat salad	5.5–8.3	–	–	3–6.7	Lack et al. (1996)
Saladmix	5.35	–	–	–	Odumeru et al., 1997
Vegetable salad	4–7	–	–	–	Wright et al., 1976

今日，病原菌之問題仍是生鮮截切產品最需重視的，CDC 發表（圖 1 C）生鮮截切蔬果之常見病原菌中 Escherichia coli O157:H7 佔比例 22%，而 Salmonella 佔 26%，其它如 Campylobacter、Bacillus cereus 及 Shigella 約佔 1-3%。因此，此類產品病原菌是否造成危害成爲值得重視的問題。國內曾經有李斯特菌之檢出，而國外亦常發生食品中毒之事件，如美國和日本都曾發生 E. coli O157:H7 污染而導致中毒案件；日本市售生菜，半數產品的生菌數及大腸桿菌群超過衛生標準。此外，在蔬菜清洗後的萵苣中，亦曾發現沙門氏菌、仙人掌桿菌及金黃色葡萄球菌等病原菌污染之問題。並無有效之方法可從生鮮蔬果將病原菌去除，因此食品工業必須面對此類產品可能污染源且會造成人類中毒之病原菌，將其控制至安全且合乎衛生之程度。生鮮截切產品微生物污染是存在於許多來源，其中包含農地栽種環境、收穫後處理及加工步驟等。

1. 田間管理及收穫後處理

蔬果於種植過程中受微生物污染（圖 2），如土壤、灌溉用水、肥料、蟲害、動物、人類污染、容器、清洗用水、運輸工具及儲存過程管控，而從收穫至收穫後處理亦以 HACCP 的危害管制方式加強管理，圖 3 爲葉菜類蔬菜之危害管制點控制，危害點包含作業人員衛生習慣、農場之消毒工作、容器儀器之消毒、溫度管制、使用水之消毒及運輸工具消毒等。當然，收穫後不同的處理及儲存條件，直接影響蔬果之品質及污染物之生長，如表 2 所示，以儲存條件、包裝處理及真空冷卻等因子來評估蔬果於 2℃保存 14 天後，對於蔬果品質及微生物危害造成之影響結果可見，若蔬果以真空冷卻將田間熱去除後再以低溫條件儲存，將可保持蔬果原料品質，並減少危害發生。

Sources of Potential On-Farm Contamination

- Soil
- Irrigation water
- Animal manure
- Inadequately composted manure
- Wild and domestic animals
- Inadequate field worker hygiene
- Harvesting equipment
- Transport containers (field to packing facility)
- Wash and rinse water
- Unsanitary handling during sorting and packaging, in packing facilities, in wholesale or retail operations, and at home
- Equipment used to soak, pack, or cut produce
- Ice
- Cooling units (hydrocoolers)
- Transport vehicles
- Improper storage conditions (temperature)
- Improper packaging
- Cross contamination in storage, display, and preparation

圖 2. 蔬果可能來自田間之污染源

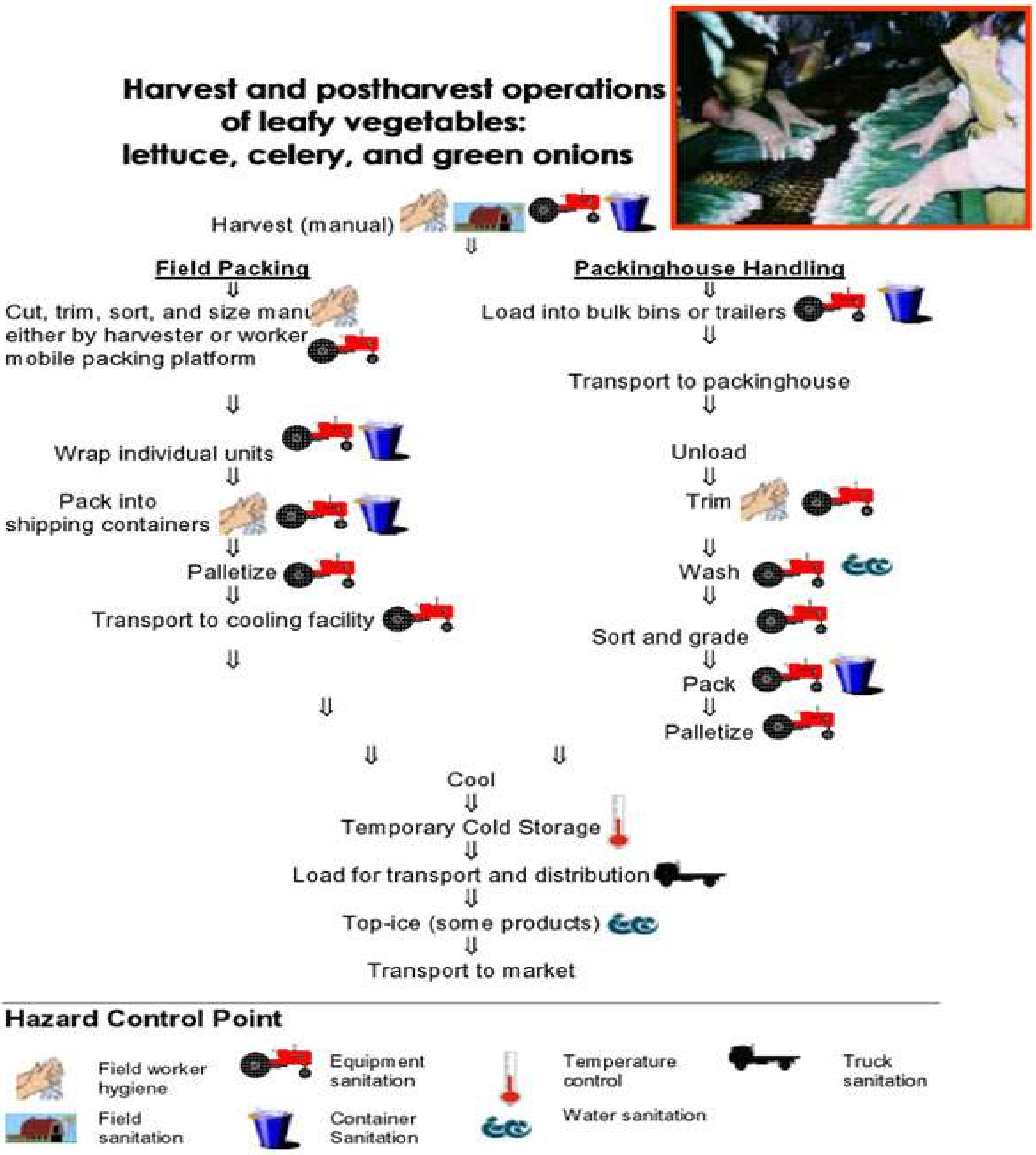


圖 3.　葉菜類危害管制點分析

2. 加工過程污染

截切蔬果於加工過程中可能由環境因素及加工機械設備造成污染，影響微生物生長及截切蔬果品質主要因子如下：

a. 食物實質特性—pH、水含量及保護植物表皮結構之破壞
b. 加工過程—清洗、浸泡、截切及包裝時之溫度保持條件
c. 非實質因子—貯存溫度及氣調條件
d. 微生物絕對特性—生長速率、生長溫度及 pH 忍受度

而加工過程中可能之微生物污染來源如表2所示，截切蔬菜使用之器具設備表面清潔度可能會造成總生菌數及大腸桿菌群提高，作業人員手部清潔度將可能直接污染產品而造成交叉污染，包裝用包材及型式也可能造成後污染發生。

表 2. 可能來自加工過程之污染源
Table2.Sources of microbial contamination of fresh-cut salad products-processing.

Source of contamination	Product example	Microflora	Ref.
Equipment-trimming, cutting. surfaces	Vegetables	Total microflora and coliform	Barry-Ryan and O' beirne, 1998
Hygiene of handlers	All produce	Total microflora and coliform	King et al., 1991
Packaging	Lettuce	Microorganism present in unseal than in seal package	Magnuson et al., 1990
Use of chlorine	All product	Total count reduced by 1-3 log	Nguyen and Carlin, 1994
Wash water, water bath used by the packer	Tomatoes	increase	Tamplin,1997

生鮮截切蔬果之清洗技術

蔬果於種植過程中受微生物污染，如土壤、肥料、灌溉用水、蟲害、動物或人類污染，而加工過程、包裝及運輸亦常受污染。衛生的作業習慣及適當的消毒工作皆可有效防止微生物之污染，而利用潔淨水源來清洗蔬果表面並添加消毒劑，可降低 1~2 log 之微生物，而消毒劑作用與以下幾個因子有關：

1. 消毒劑之型態與 pH 值—消毒劑必須調整至活性最強之 pH，如次氯酸鈉可能適合微酸的 pH 值。
2. 作用時間及接觸方法—由於蔬菜表面之疏水性及表面孔隙(gooves or hollows)或氣孔(stomata)常為微生物附著之處，致使清洗效果不佳。消毒劑必須與蔬果有效接觸數秒以上才有效果。
3. 清洗溫度—清洗用水溫度不能突然提高而影響組織。加工過程中作業環境維持於 10~15℃，而水溫為冷藏溫度下，在加工後截切產品可降低至 2~5℃，低溫下可抑制部份微生物之生長且對於蔬果之品質亦有幫助。
4. 產品特性—不同的蔬果種類具有不同的結構表面，會直接影響消毒劑之接觸特性，且末端產品微生物要求標準亦需考量。
5. 微生物特性—何種微生物存在及這些微生物對於消毒劑之抵抗性皆有關係，針對微生物特性來選用適合之消毒劑。
6. 受到污染之程度－受污染嚴重之產品，必須清洗 2 次以上，首先用清水去除土壤，再以消毒劑消毒。

因此，理想的清洗消毒劑必須具有下列功能性：

1. 對蔬果的病原菌具有殺菌作用－添加適合之消毒劑將可針對不同來源之微生物或病原菌加以去除及殺滅。
2. 安全性高－使用前、中、後對人體、環境、空氣及設備不會造成安全危害。
3. 不受有機物之影響－消毒劑會因為有機物而減低效果，因此，必須選用不受有機物影響之消毒劑。
4. 清洗容易且無有害物質殘留－消毒劑殘留將可能造成二次污染，故必須能清洗容易且不會與其它物質產生有害物質殘留。
5. 容易使用－消毒劑種類繁多，型式有粉狀、液狀等，部份需要調整酸鹼值，因此，

若選用容易使用之種類，將可節省時間，並可有效作用。

6. 不會影響產品風味－產品為製造之末端，消毒劑殘留將會造成產品品質及風味之影響，因此，選用不影響產品風味之消毒劑或能有效去除殘留，才能確保品質。

國內截切蔬果主要需求為：1.熱烹調餐飲業者或家庭作為烹調之材料。2.冷凍業者作為冷凍水餃類之配料或冷凍蔬菜用。3.生菜沙拉或漢堡業者等作為即食用。供應對象不同，對微生物的衛生標準要求也不同，其中以即食性沙拉用生菜之安全性最值得顧慮。目前截切蔬菜業者最常使用次氯酸鈉降低蔬菜表面之微生物，但也由於蔬菜表面之疏水性及表面孔隙或氣孔常為微生物附著之處，致使清洗效果不佳。而需藉由有機酸之作用使 pH 值降低及界面活性劑添加等方法來加強殺菌效，但效果仍不顯著。也造成許多工廠認為氯水濃度越高，殺菌力愈強的錯誤觀念，由於使用氯水殺菌效果不佳，其至可能與食品之有機物形成鹵化物，加劇危害產品品質及消費者健康，故改以其它消毒劑取代，如二氧化氯、臭氧、異硫化物、過氧化氫、電解酸性水及過醋酸等（表 3），而這些消毒劑往往對不同蔬果產品含有之不同病原菌或微生物有不同之效果。選用適當之消毒劑及清洗消毒方法將可有效降低微生物，並保持產品品質，而常用於截切蔬果之清洗方式如表 4 所示，可針對不同的蔬果種類、作業現場流程及末端產品特性來選擇最適之清洗方式，利用組合式方式來清洗截切蔬果將可提高清洗效果。

結　論

現代人追求健康飲食習慣，造成截切蔬果類產品成長迅速，也由於此類產品無法以熱處理方式提供降低微生物機會，因此，此類產品可能由於病原菌污染、保存期限短及衛生條件不易控制而造成許多風險，加工業者必須面對此類產品可能污染源，且會造成人類中毒之病原菌，將其控制至安全且合乎衛生之程度，這將是未來發展的重要目標及關鍵技術。

表 3. 常用於截切蔬果之消毒劑種類及效果

Table3.Effect of common disinfecting treatments of microbial populations on fresh-cut fruit and vegetables.

Disinfecting treatment	product	Effect on microbial count	Ref.
Chlorine	Lettuce	1.7 and 2.5 log reduction in Salmonella and Listeria	Beuchat et al.,1998
Cl_2 wash	Cataloupe Zucchini	0.12 and 1.5 log reduction in pseudomonad	Sapers et al.,1998
Chlorine dioxide	Shredded lettuce	1.1 reduction in Listeria	Zhang et al., 1996
Dichloro-isocyanurate	Vegetables	1.69-2.42 log reduction	Nicholl et al.,1998
Isothiocyanate	Iceberg lettuce	Up to 8 log reduction of E. coli O157:H7	Lin et al., 2000
Electrolyze water	Fresh cut vegetables	0.4-1.8 log reduction	Izumi, 1999
H_2O_2	Cantaloupe	0.68 log reduction in Pseudomonads	Sapers and Simmons,1998
H_2O_2 (5%)	Fruits and vegetables	3 log kills	Cherry,1999
Ozone (1.3nM)	Shredded lettuce	2 log reduction in total count	Kim et al., 1999
Peroxyacetic acid	Fruits and vegetables	2 log kills	Cherry, 1999

表 4.　常用於蔬果清洗方式之差異
Table4.The different ways are widely used for washing minimally processed fruits and vegetables

清洗方式	原　理	適用種類	優缺點
浸泡式	原料浸泡於清洗液中，使污物降低附著力	各類型蔬果	1.可作爲蔬菜預清洗，對蔬菜折損率低 2.需加強換水頻率，以防止微生物交叉污染
攪動式	利用強制流動的流動力清洗或產生氣泡攪動	葉菜類(萵苣)	增加水流及原料間相互磨擦
噴洗式	以水壓噴洗方式	葉菜類(菠菜)	1.高壓低水量較低壓大水量清洗效果佳 2.水柱噴到部份才有清洗效果
磨擦式	以表面粗糙的原件產生對原料的磨擦	根莖類(蘿蔔)	可利用刷洗裝置有效接觸原料表面，但易造成組織破壞
浮流式	利用比重或浮力差異以水流清洗分離	穀類、芽菜類	可有效分離外殼等雜物
組合式	爲提高清洗效率將幾種方式組合	依類型而異	可依原料特性設計有效清洗方式

参考文獻

1. 王憶鎧、黃錦城。2003。不同消毒劑連續式消毒對沙拉用生菜細菌之殺菌效果。台灣農業化學與食品科學，41:212-220。
2. 朱中亮、李宜穎編著。1997。 食品工廠清洗技術-原料的清洗。1-22 頁。
3. Abdul-Raouf, U. M., Beuchat, L. R. and Ammar, M. S. 1993. Survival and growth of Escherichia coli O157:H7 on salad vegetables. Appl. Environ. Microbiol. 59:1999-2006.
4. Ahvenainen, R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruits and vegetables. Trends Food Sci. Technol. 7:179-187.
5. Barry-Ryan, C. and O΄Beirne, D.1998. Quality and shelf-life of fresh cut carrot slices as affected by slicing methods. J. Food Sci. 63:851-856.
6. Beuchat, L. R. 1996. Pathogenic organisms associated with fresh produce. J. Food Prot. 59:204-216.
7. Beuchat, L. R., Nail, B. V., Adler, B. B. and Clavero, M. R. S. 1998. Efficacy of spray application of chlorinated water in killing pathogenic bacteria on raw apples, tomatoes, and lettuce. J. Food Prot. 61: 1305-1311.
8. Centers for Disease Control and Prevention. 1991. Epidemiologic notes and reports. Multistate outbreak of salmonella Poona infections-United States and Canada. Morbid. Mortal. Wkly. Rep. 40(32):549-552.
9. Cherry, J. P. 1999. Improving the safety of fresh produce with antimicrobials. Food Technol. 53: 54, 56, 59.
10. Francis, G. A. and O΄Beirne, D. 1998. Effect of the indigenous microflora of minimally processed lettuce on the survival and growth of Listeria innocua. Int. J. Food Sci. and Technol. 33:477-488.

11. Garg, N., Churey, J. J. and Splittstoesser, D. F. 1990. Effect of processing condition on the microflora of fresh-cut vegetables. J. Food Prot. 53:701-703.
12. Gorny, J. R. and Zagory, D. 2002. Produce food safety in the commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stochs, K. Gross, M. E. Saltveit, and C. Y. Wand (eds.) U.S. Department of Argiculture, Agriculture Handbook 66, Washington, D. C.
13. Guidance for Industry. 1998. Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards for Fresh Fruits and Vegetables. U. S. Department of Health and Human Services, Food And Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition.
14. Gutierrez, E. 1997. Japan prepares as O157 strikes again. Lancet 349:1156.
15. Harris, L. J., Daeschel, M. A., Stiles, M. E. and Klaenhammer, T. R. 1989. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria against Listeria monocytogenes. J. Food Prot. 52: 384-387.
16. Heard, G. M. 1999. Microbial safety of ready-to-eat salads and minimally processed vegetables and fruits. Food Aust. 51: 414-420.
17. International Fresh-cut Produce Association (IFPA) and the Produce Marketing Association (PMA). 1999. Handling guidelines for the fresh-cut produce industry. 3rd ed. Pp.5, 7.IFPA, Alexandria. VA.
18. Izumi, H. 1999. Electrolysed water as a disinfectant for fresh cut vegetables. J. Food Sci. 64:536-537.
19. Jacques, M. A. and Morris, C. E. 1995. Bacterial population dynamics and decay on leaves of different ages of ready-to-use broad leaved endive. Int. J. Food Sci. Technol. 30:221-236.
20. Jayasekaya, N. Y. 1999. “Ecological, physiological and biotechnological properties of pseudomonads isolated from mineral waters and salads.” PhD thesis, The University of NeSouth Wales, Sydney, Australia, pp. 4-58.
21. Kaufman, P. R., Handy, C. R., McLaughlin, E. W., Park, K. and Green, G. M. 2000. Understanding the dynamics of produce markets: Consumption and consolidation grow. Food and Rural Economics Division report, Economic Research Service, U. S. Department of Agriculture. Agriculture Bulletin No.758.
22. Kim, J. G., Yousef, A. E. and Chism, G. W. 1999. Use of ozone to inactivate microorganisms on lettuce. J. Food Safety. 19:17-34.
23. King Jr., A. D., Magnuson, J. A., Torok, T. and Goodman, N. 1991. Microbial flora and storage quality of partially processed lettuce. J. Food Sci. 56(2):459-461.
24. Lin, C. M., Kim, J., Du, W. X. and Wei, C. I. 2000. Bactericidal activity of isocyanate against pathogens on fresh produce. J. Food Prot. 63:25-30.
25. Lack, W. K., Becker, B. and Holzapfel, W. H. 1996. Hygienic quality of pre-packed ready-to-serve salads in 1995. Archiv. Fuer-Lebensmittelhygiene. 47(6):129-152.
26. Lamikanra, O., Chen, J. C., Banks, D. and Hunter, P. A. 2000. “Biochemical and microbial changes during the storage of minimally processed cantaloupe.” J. Agric. Food Chem. 48: 5955-5961.
27. Lund, B. M. and Snowden, A. L. 2000. Fresh and processed fruits. In: The Microbiological Safety and Quality of Food,Volume I, eds, B. M. Lund, T. C. Baird-Parker, and G. W. Gould, Maryland: Aspen Publishers, Inc., pp. 738-758.
28. Magnuson, J. A., King, A. D. and Torok, T. 1990. Microflora of partially processed lettuce. Appl. Environ. Microbiol. 56:3851-3854.
29. Martinez-Tome, M., Vera, A. M. and Murcia, M. A. 2000. Improving the control of food production in catering establishments with particular reference to the safety of salads. Food Control. 11:437-445.
30. Marth, E. H. 1998. Extended shelf life refrigerated foods: microbiological quality and safety. Food Technol. 52(2): 57-62.
31. Nguyen-The, C. and Carlin, F. 2000. “Fresh and processed vegetables.” In: The Microbiological Safety and Quality of Food,Volume I, eds, B. M. Lund, T. C. Baird-Parker, and G. W. Gould, Maryland: Aspen Publishers, Inc., pp. 620-684.

32. Nguyen-The, C. and Carlin, F. 1994. The microbiology of minimally processed fresh fruit and vegetables. Crit. Food Sci. Nutr. 34:371-401.
33. Nicholl, P. and Prendergast, M. 1998. Disinfection of shredded salads ingredients with sodium dichloroisocyanurate. J. Food Sci. Preserv. 22(1):67-79.
34. Odumeru, J. A., Mitchell, S. J., Alves, D. M. and Farber, J. M. 1997. Assessment of the microbiological quality of ready-to-use vegetables for health-care food services. J. Food Prot. 60:954-960.
35. Sapers, G. M. and Simmons, G. F. 1998. Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. Food Technol. 52(2):48-52.
36. Sinigaglia, M., Albenzio, M. and Corbo, M. R. 1999. Influence of process operations on shelf-life and microbial populations of fresh cut vegetables. J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 23:484-488.
37. Tamplin, M. 1997. Salmonella and cantaloupes. Dairy Food Environ. San. 17:284-286.
38. Wright, C., Komini, S. D. and Yee, R. B. 1976. Enterobacteriaceae and pseudomonas aeruginosa recovered from vegetable salads. J. Appl. Microbiol. 31:453-454.
39. Zhang, S. and Farber, J. M. 1996. The effect of various disinfectants against Listeria monocytogenes on fresh cut vegetables. Food Microbiol. 13:311-321.

Handling Techniques and Application of Fresh Cut Vegetables

Yi-kai Wang
Associate Research Scientist, Food Industry Research and Development Institute.

Summary

Microorganisms are natural contaminants of fresh produce and minimally processed fresh-cut products, and contamination arises from a number of sources, including the farm environment, postharvest handling and processing. Processing operations such cutting, shredding, and slicing not only provide opportunities for contamination but also cause damage to vegetable tissues and cellular structure, leading to leakage of nutrients and cellular fluids. Unlike other types of processing, no heat treatment is given to the produce to reduce microbial populations. Microorganisms impact the economic value of fresh-cut products by decreasing product shelf life, through spoilage, and by posing a risk to public health by causing foodborne disease. The lacking is our understanding of the factors affecting microbial contamination and colonization of fresh produce and processed fresh cuts, microbial interactions on these products and biochemical changes occurring. This information, as well as knowledge of the factors affecting the growth of microorganisms on minimally processed vegetables, is necessary if we are to control the quality and safety of fresh-cut products.

Key words：minimally processed, shredding, shelf life, microbial contamination

蝴蝶蘭苗株之處理技術

林瑞松　林忠逸
國立中興大學園藝系教授與前研究生

摘　要

裸根會造成蝴蝶蘭 *Phalaenopsis amabilis* 及白花黃心品系(*Phal.* Asian Elegance × *Phal.* Taisuco Sheen ‘White flower’)乙烯生成量及呼吸率快速提升。黑暗貯運出庫之後，葉片外觀略失水軟化，根部呈現乾癟、木栓化等現象產生，但真正嚴重影響是在種植復水之後。當暗處理出庫後給予復水可促使 ACC oxidase 活性提升，大白花品系下位葉、外側根及內側根與 *Phal. amabilis* 的外側根均可測得酵素活性顯著的變化。大白花以下位葉 19.29 nl/g.FW.hr 提升最高，蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 則是外側根 33.62 nl/g.FW.hr 變化較大。此活性的改變促使 ACC 快速氧化成乙烯，造成復水後乙烯含量的上升，導致下位葉黃化，根部活性降低。進而造成各種生理現象的改變。試以藥劑處理後，分析出庫與種植 7 天後蝴蝶蘭各種生理性狀，以浸漬蘋果酸 100 mM 及脯胺酸 5 mM 效果較佳。無論葉綠素、蘋果酸、可溶性糖含量以及根部活性各方面均可減少其損失，且於之後種植期間有較佳生育活力。

關鍵字：蝴蝶蘭、裸根、葉綠素、根部活性、乙烯

前　言

台灣目前蝴蝶蘭種植方式，主要以透明塑膠盆加入保麗龍後，以水苔填充方式種植。以往認定水苔中可能夾帶有病蟲害，故輸往美國之蝴蝶蘭必須以裸根的方式。蝴蝶蘭之裸根技術，秏時秏工，經過多次交涉結果，美國動植物檢查署(animal and plant health inspection service, APHIS)已於九十三年五月四日正式於聯邦公報上刊登宣布，台灣將可附帶栽培介質之蝴蝶蘭至美國，並於同年六月十四日生效。然而，APHIS 規定嚴苛條件，需符合之蝴蝶蘭植株才能輸往美國，如溫室出入通道需具有不超過 32 目的紗網且要有自動門，專用於輸美溫室之建立，因而降低了溫室利用效率，以及灌溉水和床架高度等都有相關的規定。由於規定條件使得無以有效立即轉型，因此在未能有更新的解決方法與研究之前，了解裸根後所造成之影響仍有一定重要性。

蝴蝶蘭裸根方式，工人去除水苔介質之後浸漬殺菌劑，置於架上晾乾。待水分瀝乾後，裝入填有碎報紙紙箱中，密封後即可上貨櫃外銷。然而從集貨輸美運輸路程至領貨完成可長達 6-8 天，在途中由於蝴蝶蘭包裝貯運在黑暗環境約為 3-4 天，對蝴蝶蘭植株已造成傷害。常因裸根使得根部失水，經種植後根部失去功能而敗壞，使生長勢減弱。並於外觀上明顯可見復水後下位葉有黃化的現象。若於後續栽培不當，常使得花梗明顯細小、花朵數少以及開花延期等現象發生。除須了解蝴蝶蘭於黑暗貯運過程中逆境所造成之生理反應，以及後續栽培延誤花期之主要原因之外，並於貯運前利用蘋果酸(malate)、脯胺酸(proline)、胺基三唑(aminotriazole, ATA)及葡萄糖醛酸(glucuronic acid)藥劑處理，探求改善生育活力及園藝性狀之可行性。選用藥劑主要用功能為：1.蘋果酸為蝴蝶蘭具有合成、貯藏及代謝物質之一(Endo and Ikusima, 1989)，其可做為滲透調節物質，減少逆境對細胞的毒害(吳和朱, 1994)，並可做 TCA cycle 中 3 碳及 4 碳前驅物，提高水分利用效率(Sanada et al., 1988)。2.脯胺酸可減少水分逆境的傷害、保護酵素、細胞膜穩定劑、調控蛋白合成及其理化性，以及自由基的清除(林和高, 2001)。3.ATA 可降低二氧化碳同化作用以及抑制乙烯的生成

註：本試驗承蒙行政院農業委員會補助試驗研究經費。This research was supported by the Conuncil of Agriculture, R.O.C.

(Amory et al., 1992)，主要是利用減少乙烯受體的產生或是減少植物對乙烯作用蛋白質的傳導(Altman and Solomos, 1994)。4.葡萄糖醛酸爲一種單醣，其爲玻尿酸(hyaluronic acid, HA)前驅物之一，期望能具有保水的功能。利用藥劑之餘，若能建立妥善處理流程以確保蝴蝶蘭苗株到貨品質，增加產業競爭力，相對也可增加花農的收益。

材料與方法

蝴蝶蘭實生苗 *Phalaenopsis amabilis* 及白花黃心 *Phal.* Asian Elegance × *Phal.* Taisuco Sheen ‘White flower’營養系(圖 1)，選購於台糖公司烏樹林蘭園不帶花梗 3.5 寸盆成株苗，業者並表示白花黃心品系對於裸根貯運較敏感。

圖 1. (A)蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 及(B)白花黃心 *Phal.* Asian Elegance × *Phal.* Taisuco Sheen 品系
Fig. 1 (A)*Phal. amabilis* and (B) *Phal. hybrid* ‘White flower’ (*Phal.* Asian Elegance × *Phal.* Taisuco Sheen)

蝴蝶蘭以人工方式裸根之後，模擬外銷蝴蝶蘭方式，待植株晾乾 1 至 2 天後，裝箱並填入碎報紙，紙箱以膠帶密封移置黑暗下 3、4 及 5 天。溫度控制於 20 ± 1 ℃，相對溼度沒有加以控制，出庫後植株以水苔介質進行充填、覆蓋、並種植於 3.5 寸盆中。並於出庫當天及出庫後種植 7 天時，進行各種試驗的分析。對照組爲 CK1 未裸根立即處理及 CK2 裸根但置於 12 小時光週期下 5 天。
第二批實驗則是植株經裸根之後，浸漬於各種濃度藥劑，如下：

Malate	50	100	150	200	mM
Proline	5	10	20		mM
ATA	5	10	15	20	mM
Glucuronic acid	500	1000	1500		ppm

經 2 小時後，取出晾乾並裝箱進入 20 ± 1 ℃模擬黑暗貯運 5 天。於出庫當天以及復水種植 7 天之後進行各種實驗分析。對照組爲浸漬蒸餾水 2 小時。

分析項目爲由下數來第二葉(下位葉)總葉綠素含量、根部活性、乙烯及呼吸率變化、下位葉，介質外側根及介質內側根部 ACC、ACC oxidase 含量變化、由上數來第二葉(上位葉)植體內蘋果酸含量以及可溶性糖含量。

結果與討論

一、蝴蝶蘭裸根經黑暗處理對植體產生之影響

主要目的是了解裸根及黑暗處理造成生理逆境主要的因子。當蝴蝶蘭裸根之後，會因

為失去介質而又無適當給水時使得水分逆境產生。過度的失水會促使下位葉有顯著皺縮現象以及根部乾癟，雖然短期內葉片會因膨壓不足而軟化，但是無明顯黃化。主要的葉片黃化、掉落是在復水過後，因此蝴蝶蘭經裸根後種植復水才是影響品質的真正主要時期。裸根造成葉片黃化現象主要以下位葉為主，上位葉在外觀上無顯著變化。分析葉綠素含量變化，在蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 及大白花經裸根之後，由下數來第二葉總葉綠素隨黑暗貯運天數增加而改變。經出庫之後葉色轉淡，給予種植復水後 7 天，可觀察到下位葉有普遍黃化的現象，即使未黃化總葉綠素含量也有顯著減少(圖 2)。蝴蝶蘭裸根經黑暗模擬貯運時，會遭受失水及黑暗兩種主要的逆境(Su et al., 2001)。Peterson 等人(1980)表示當植物生長在不同的黑暗環境下會反應出不同的水分逆境，因此對於葉片的黃化與脫落，失水逆境是主要因素，造成此種現象的原因與乙烯有關(Poole and Conover, 1983)。

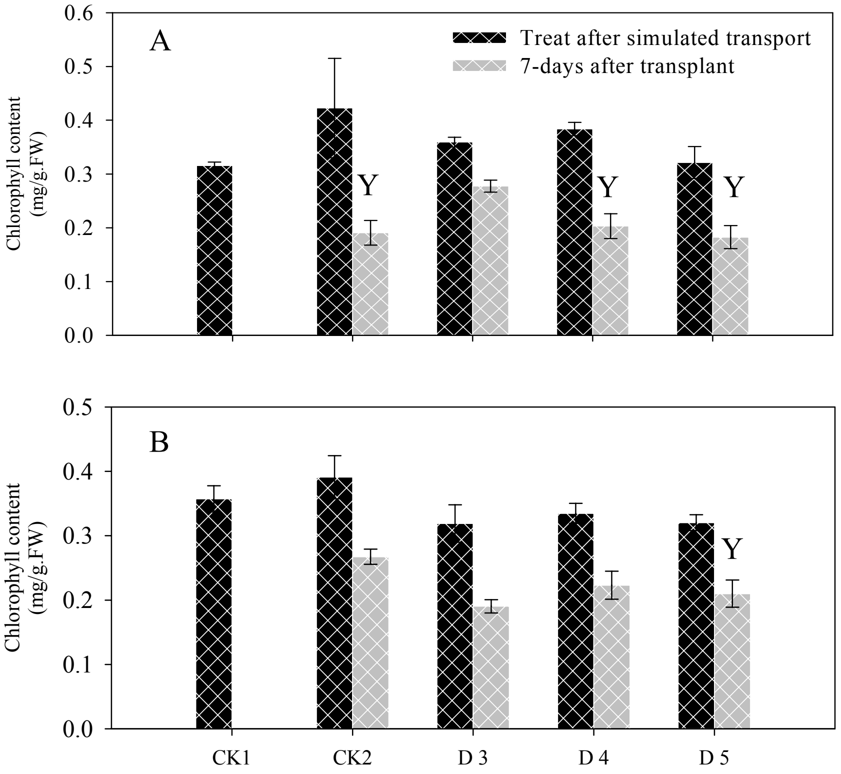


圖 2. 裸根黑暗處理對蝴蝶蘭(A)*Phal. amabilis* 及(B)大白花由下數來第二葉前端總葉綠素含量之影響。D3,D4,D5 各代表黑暗 3 天,4 天,5 天 Y：leaf yellowing

Fig. 2 Effect of dark treatment on total chlorophyll content of front of the second leaf from upper of (A)*Phal. amabilis* and (B) ‘White flower’ with bare root.

因復水之後活化了形成乙烯的各種酵素，使得乙烯大量的產生 (Morgan and Drew, 1997)，推測蝴蝶蘭下位葉的黃化與乙烯有密切關係。貯運後碳水化合物含量也會遞減，導致能量不足也可能造成葉片的脫落(洪, 1998; 張, 2002)。

蝴蝶蘭以人工方式去除水苔常會造成機械性傷害，促使呼吸率上升。蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 在半天之內即可達呼吸率高峰，且經暗處理呼吸率也比 CK1 高(圖 3A)。呼吸率的上升同時出現乙烯高峰，經復水之後會有另一乙烯高峰的產生，此為復水後葉片黃化的主因(圖 3B)。大白花裸根處理也會使得呼吸率提升，之後伴隨乙烯的產生(圖 4)。雖然經裸根暗處理後乙烯未較裸根但 12 小時光週期者低，可是仍高於未裸根處理組。復水後乙烯及呼吸率皆有顯著高峰產生。此種由於復水後所產生的乙烯高峰，促使蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 及

大白花各種生理現象的改變。Tingey(1980)表示植物在正常生長與發育下乙烯產量很低，但是當遭受逆境之時會較正常下產生 2 至 50 倍的產量。Suttle 和 Kende(1978)也指出乙烯可用於調節許多植物器官的老化。

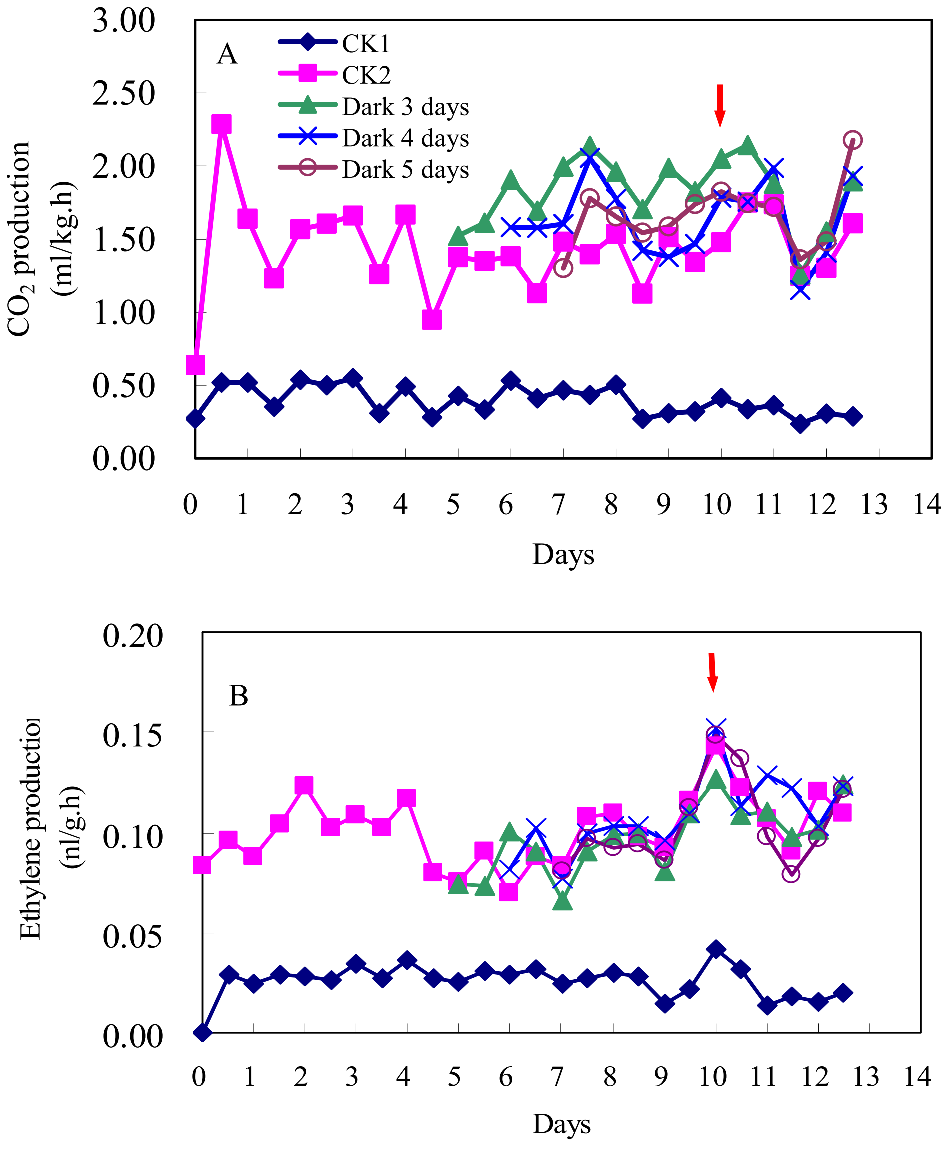
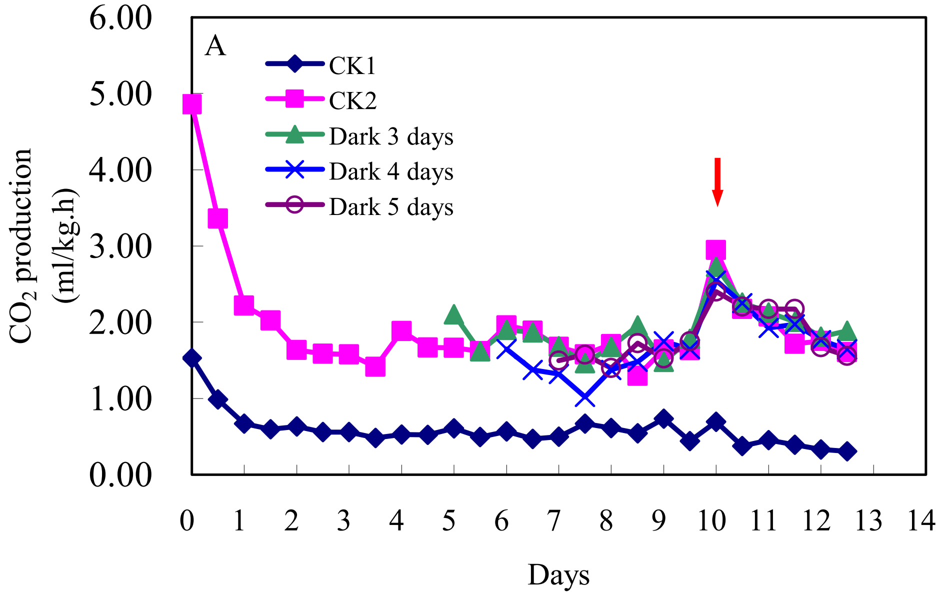


圖 3. 裸根黑暗處理對 *Phal. amabilis* (A)呼吸率及(B)乙烯生成量之影響。
→代表復水 4 小時
Fig.3 Effect of dark treatment on (A)respiration rate and (B)ethylene production of *Phal. amabilis* with bare root.



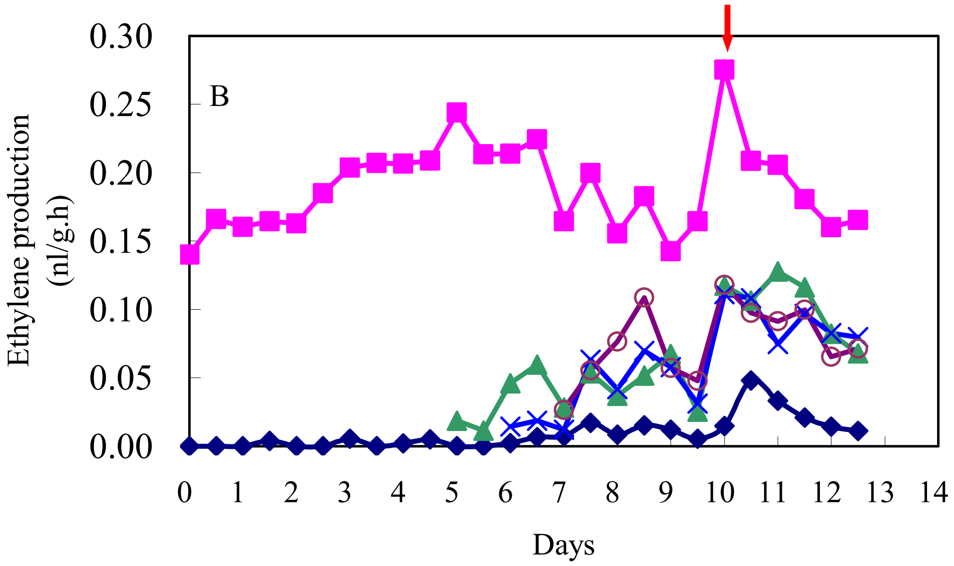


圖 4. 裸根黑暗處理對大白花(A)呼吸率及(B)乙烯生成量之影響。
→代表復水 4 小時
Fig.4 Effect of dark treatment on (A) respiration rate and (B) ethylene production of 'White flower' with bare root.

由 ACC 含量變化解釋，分析蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 下位葉、外側根及內側根，可發現黑暗下除下位葉有累積的現象，根部 ACC 含量差異較小(表 1)。種植復水 4 小時後，以下位葉 ACC 含量 0.67 nmole/g.FW 最高，內側根 0.48 nmole/g.FW 其次。測得 ACC oxidase 方面，蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 的 ACO 在黑暗下仍具有很高的活性。復水 4 小時後外側根 ACO 可達 33.62 nl/g.FW.h，其次爲內側根及下位葉(表 3)。故可測得外側根 ACC 含量最少的原因，主要是氧化成乙烯，在此時間點可測得一乙烯高峰的出現。大白花在黑暗下 ACC 生成量不多，復水之後並無顯著提升(表 2)。反之，雖然 ACO 在黑暗下活性未顯現，但經復水

後 ACO 活性會快速提升，促使 ACC 快速氧化成乙烯(表 4)。故在此三個部位無法測得 ACC 有累積現象。由此三部位 ACO 活性的增加也說明了大白花擁有比蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 較高乙烯高峰的產生。

表 1. 裸根黑暗處理對蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 下位葉、外側根及內側根 ACC 含量變化之影響。
Table 1 Effect of dark treatment on (A)the basal leaf、(B)external root and (C)internal root ACC content of *Phal. amabilis* with bare root.

Treat	ACC content (nmole/g.FW)					
	Leaf		External root		Internal root	
CK 1[y]	0.59	a[z]	0.51	a	0.27	b
CK 2	0.31	bc	0.42	a	0.34	ab
Dark 3 days	0.21	c	0.44	a	0.33	ab
Dark 4 days	0.23	bc	0.35	a	0.28	b
Dark 5 days	0.40	abc	0.30	a	0.32	ab
Re-water 4H	0.67	a	0.34	a	0.48	a
Re-water 24H	0.51	ab	0.36	a	0.45	ab

[z]Mean separation with columns by Duncan's new multiple range test at P≦0.05.
[y]CK1 & CK2 represent no treat and bare root with 12 hour photoperiod for 5 days, respectively.

表 2. 裸根黑暗處理對大白花下位葉、外側根及內側根 ACC 含量變化之影響。
Table 2 Effect of dark treatment on (A)the basal leaf、(B)external root and (C)internal root ACC content of 'White flower' with bare root.

Treat	ACC content (nmole/g.FW)					
	Leaf		External root		Internal root	
CK 1[y]	4.20	a[z]	3.10	a	10.93	a
CK 2	2.95	ab	2.14	bc	4.33	b
Dark 3 days	2.23	bc	2.30	abc	7.88	a
Dark 4 days	2.12	bc	3.15	a	1.64	b
Dark 5 days	2.28	bc	2.78	ab	3.89	b
Re-water 4H	1.49	c	1.09	d	4.78	b
Re-water 24H	2.60	bc	1.46	cd	2.15	b

[z]Mean separation with columns by Duncan's new multiple range test at P≦0.05.
[y]CK1 & CK2 represent no treat and bare root with 12 hour photoperiod for 5 days, respectively.

乙烯的產生影響葉片黃化，也降低了根部活性，使其形成木栓化。乙烯的產生常會造成根部表皮細胞的死亡，然而此種無活性之皮層可保護植株於逆境之下的生存(Mergemann and Sauter, 2000)，相對地，也降低了根部的活性。分析蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 及大白花貯運期間根部活性，可知裸根對大白花影響較大，經過 5 天黑暗之後，活性已減少了 4.29 O.D/g(圖 5)。若是裸根後處於光照之下則根部活力喪失嚴重，兩種品系都具有相同的結果。以掃描式電子顯微鏡(Topcon ABT-150S)觀察根尖外觀，正常下根尖活性旺盛，可見許多細胞的剝

落，表示此處新陳代謝強盛(圖 6A、B)。而經裸根 5 天之後表層具一木栓化外層包覆，且無細胞剝落(圖 6C、D)。在此木栓層下可見排列整齊的細胞(圖 7)，說明此木栓層功能為保護作用，可有效減少細胞水分的喪失，但也相對降低了根部活性。

表 3. 裸根黑暗處理對蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 下位葉、外側根及內側根 ACC oxidase 含量變化之影響。
Table 3 Effect of dark treatment on A)the basal leaf、(B)internal root and (C)external root ACC oxidase activity change of *Phal. amabilis* with bare root.

Treat	ACC oxidase (nl/g.FW.hr)					
	Leaf		External root		Internal root	
CK 1[y]	10.15	c[z]	12.67	bc	20.94	bc
CK 2	15.10	bc	16.29	bc	8.48	d
Dark 3 days	27.56	a	22.94	abc	21.96	abc
Dark 4 days	23.77	a	28.47	ab	31.98	a
Dark 5 days	19.85	ab	21.69	abc	27.50	ab
Re-water 4H	12.99	bc	33.62	a	14.08	cd
Re-water 24H	23.80	a	9.32	c	9.90	d

[z]Mean separation with columns by Duncan's new multiple range test at P≦0.05.
[y]CK1 & CK2 represent no treat and bare root with 12 hour photoperiod for 5 days, respectively.

表 4. 裸根黑暗處理對大白花下位葉、外側根及內側根 ACC oxidase 含量變化之影響。
Table 4 Effect of dark treatment on (A)the basal leaf、(B)internal root and (C)external root ACC oxidase activity change of 'White flower' with bare root.

Treat	ACC oxidase (nl/g.FW.hr)					
	Leaf		External root		Internal root	
CK 1[y]	6.77	cd[z]	18.61	a	10.86	bc
CK 2	12.50	b	17.67	ab	11.66	ab
Dark 3 days	5.84	d	9.14	cd	5.21	c
Dark 4 days	6.26	d	6.39	d	6.53	c
Dark 5 days	6.72	cd	5.88	d	5.22	c
Re-water 4H	19.29	a	13.19	bc	15.40	a
Re-water 24H	10.92	bc	14.07	ab	16.29	a

[z]Mean separation with columns by Duncan's new multiple range test at P≦0.05.
[y]CK1 & CK2 represent no treat and bare root with 12 hour photoperiod for 5 days, respectively.

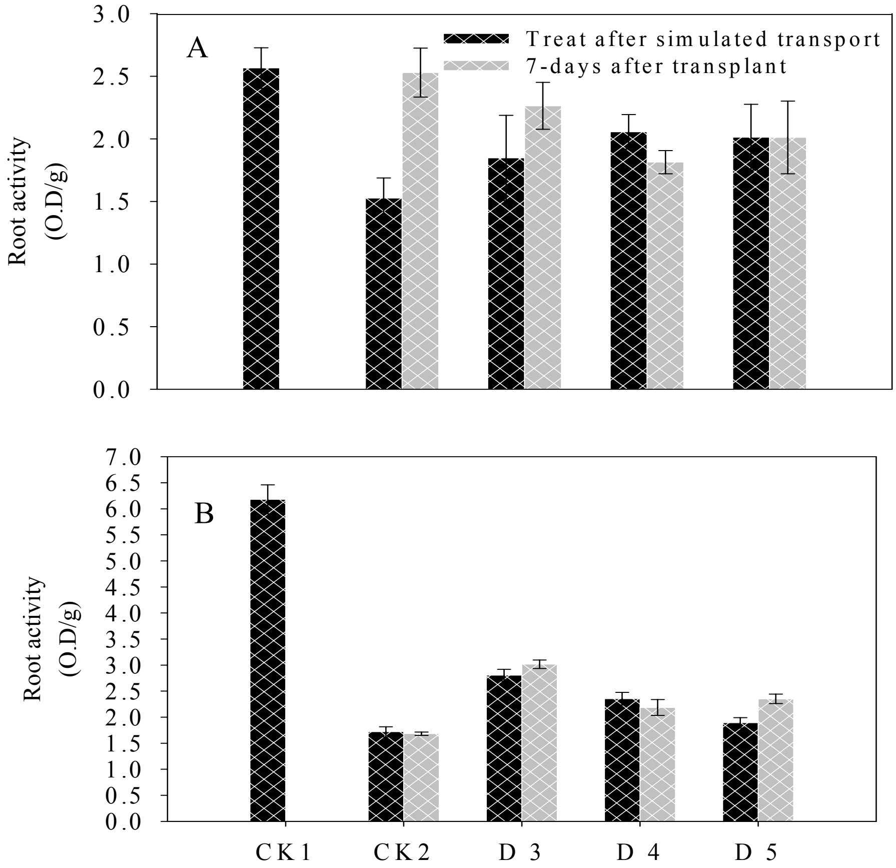


圖 5. 裸根黑暗處理對蝴蝶蘭(A)*Phal. amabilis* 及(B)大白花根部活性之影響。
D3,D4,D5 各代表黑暗 3 天,4 天,5 天

Fig.5 Effect of dark treatment on root activity(TTC) of both (A)*Phal. amabilis* and (B)'White flower' with bare root.

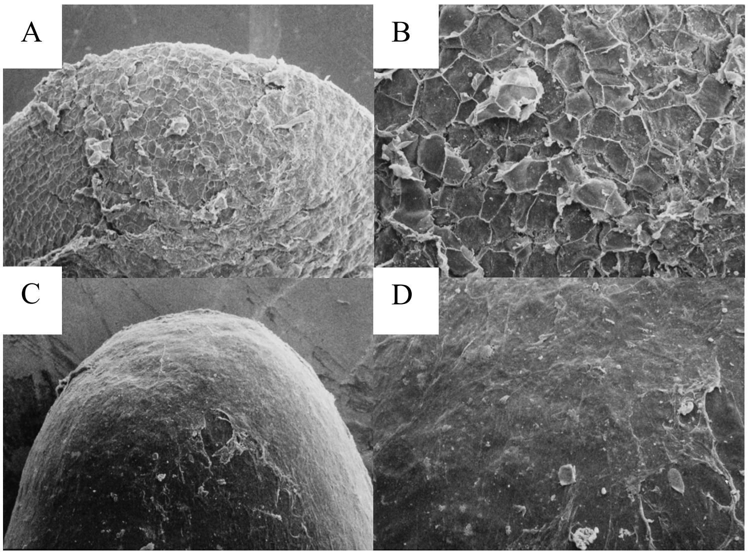


圖 6. 大白花以 SEM 觀察(A、B)立即裸根及(C、D)裸根第 5 天根尖外觀之變化(× 100, 15 KV)

Fig.6 Scanning micrograph of the root tip surface of 'White flower' with bare root. (A, B)First day of bare root, ×100, 15 KV and (C, D)fifth day of bare root, ×100, 15 KV.

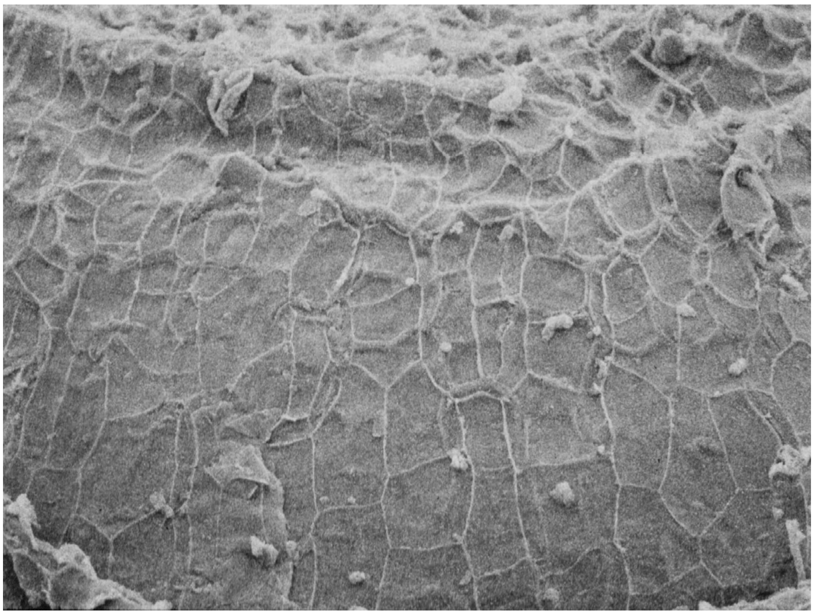


圖 7. 大白花以 SEM 觀察裸根第 5 天後，去除根尖木栓化外層之情形(× 100，15 KV)
Fig.7 Scanning micrograph of the root tip surface of 'White flower' with bare root. Case of removing suberizated surface, ×300, 15 KV.

CAM 植物具有合成蘋果酸的特性(Endo and Ikusima, 1989)。Sanada 等人(1988)表示 CAM 型冰花葉片中的蘋果酸含量於黑暗之下會隨天數的增加而逐漸減少。在蝴蝶蘭中也具有相同的現象，裸根之後 *Phal. amabilis* 在第 5 天只剩 1.84 mM/g.FW，大白花則爲 1.26 mM/g.FW (圖 8)，顯示裸根對大白花影響較嚴重。經種植復水後，以 *Phal. amabili*s 蘋果酸可快速提升，大白花因裸根造成傷害難以回復。

此說明了耐性較強品系蘋果酸的回復是較有效率。洪(1998)也報導蝴蝶蘭在黑暗貯運後照光可迅速恢復光合作用能力，推測應與此相關。利用蘋果酸變化可當作是一種逆境之指標。

貯運過程因爲處於黑暗的環境之下，無法進行光合作用，只能消耗植物體中貯存的碳水化合物。因此在貯運過程中乾重降低，並伴隨全可溶性糖的減少(Trustyand Miller, 1991)。蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 和大白花出庫後可溶性糖的含量雖然會降低，但統計上不顯著。經種植 7 天之後，*Phal. amabilis* 經歷 4、5 天黑暗可溶性糖的含量均會上升 ，但在大白花中則會下降(表 5)。此表示大白花需較多的能量來修補因逆境造成的傷害。嘉德麗亞蘭屬(*Cattleya forbesii Lindl.* × *Laelia Rolfe*)在遭受 45 天乾旱下會增加植物體內總糖及蔗糖的含量(Stancato et al., 2001)。說明植株於逆境之下皆會增加糖的含量以渡過不利的逆境，因此 *Phal. amabilis* 對於之後種植的回復較大白花爲佳。李和李(1996)表示蝴蝶蘭無論實生苗或分生苗同一族群中個體間澱粉、蔗糖和葡萄糖含量有相當大的差異，因此若植株原本碳水化合物含量已在臨界值附近，經長時間貯運的消耗所測得的數值可能就有變異性。

表 5. 蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 與大白花以裸根黑暗處理模擬貯運及種植 7 天由上數來第二葉可溶性糖含量變化

Table 5 Effect of simulated dark transport and transplanted for 7 days on total soluble sugar content change of the second leaf from upper of (A)*Phal. amabilis* and(B) ‘White flower’ with bare root

Treat	Total Soluble Sugar (%DW)			
	Phal. amabilis		*Phal. hybrid* ‘White flower’	
	After storage	7 days growth	After storage	7 days growth
CK1[y]	6.24 A		5.96 A	
CK2	5.77 A a[z]	4.88 B a	5.74 A a	4.46 A a
Dark 3 days	4.73 A a	4.79 B a	5.59 A a	5.28 A a
Dark 4 days	4.94 A b	7.19 A a	6.02 A a	4.15 A b
Dark 5 days	4.59 A b	7.96 A a	5.29 A a	4.37 A b

[z]Capital alphabet letter mean separation with columns by Duncan’s new multiple range test at P≦0.05. Small alphabet letter mean separation with row by Duncan’s new multiple range test at P≦0.05.

[y]CK1 & CK2 represent no treat and bare root with 12 hour photoperiod for 5 days, respectively.

二、貯運前不同藥劑處理對蝴蝶蘭生理反應

利用蘋果酸、腈胺酸、胺基三唑(ATA)及葡萄糖醛酸四種藥劑不同濃度處理後，分析之影響經裸根黑暗逆境及種植復水 7 天後的情況。藥劑處理對下位葉總葉綠素方面，於出庫後所有處理對蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 下位葉總葉綠素含量均較浸水處理組高，蘋果酸、腈胺酸效果隨濃度而上升，ATA 則隨濃度增加而減少(圖 9A)。學者用芭蕉芋(Canna edulis Ker.)報導 ATA 主要是影響葉綠素、胡蘿蔔素及質體醌(plastoquinone)等成分，這些成分在結構上都有帖類(terpenoid)的一部份，因此抑制帖類的生成之後也會影響葉綠體色素的形成(Vivekanandan and Gnanam, 1975)。Ferguson 和 Dunning(1986)也表示 ATA 會減少過氧化氫酵素(catalase)活性而加速綠色葉片的老化。出庫後的外觀除葉片有些微失水軟化現象之外，葉色方面以肉眼觀察不出明顯差異性。Hilton 等人(1963)更進一步指出在黑暗下，葉綠素不會發育，且 ATA 在半致死量可誘導葉片產生黃化且不會造成任何形態上的改變。大白花下位葉以葡萄糖醛酸處理效果顯著(圖 9B)。

經復水之後蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 及大白花所有藥劑處理均無法有效減少下位葉的黃化，未黃化的葉片其葉綠素也呈現出顯著地減少，換句話說，至少會掉一片葉。Lüttge 等人(1975)曾指出長壽花(Kalanchoë)葉片中蘋果酸累積與滲透潛勢有關，故較能維持葉片葉綠素的完整性。腈胺酸的累積可供作自由基清除劑(林和高, 2001)，可減少對葉綠素的傷害。楊等(1996)曾以葡萄糖 10 %處理黑暗下種植馬拉巴栗屬(Pachira macrocarpa)發現在黑暗下可促進葉綠素的合成，此與大白花以葡萄糖醛酸處理的效果相類似。對於葉片的維持，種植後以 *Phal. amabilis* 處理蘋果酸及腈胺酸效果最佳，而大白花則以腈胺酸表現較顯著。

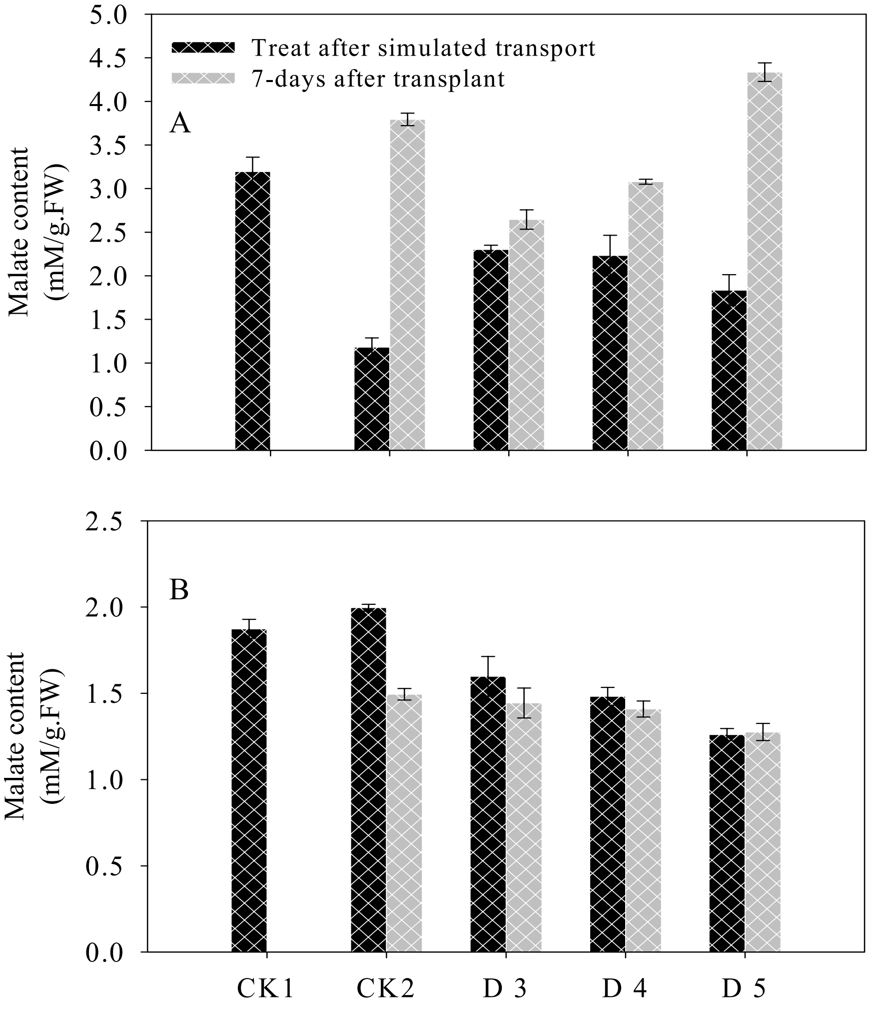


圖 8. 裸根黑暗處理對蝴蝶蘭(A)*Phal. amabilis* 及(B)大白花蘋果酸含量之影響
D3,D4,D5各代表黑暗3天,4天,5天

Fig.8 Effect of dark treatment on malate content of both (A) *Phal. amabilis* and (B) 'White flower' with bare root.

藥劑處理對蝴蝶蘭 *Phal. amabils* 根部可視為一種逆境，對於出庫後活性皆比浸水組低，但是處理蘋果酸及脯胺酸效果仍較佳，葡萄糖醛酸為其次。ATA 會減少過氧化氫酵素(catalase)的活性，使得過氧化氫會氧化細胞內有效的硫類化合物(thiol group)形成殘留的羧基，此為一種強氧化劑會造成植物的傷害(Amory et al., 1992)，所以 ATA 處理後活性會快速減少(圖 10A)。蘋果酸及脯胺酸在逆境之下可作為一種滲透調節物質，蘋果酸並可減少因逆境對細胞的毒害(吳和朱, 1994)，故處理蘋果酸及脯胺酸可保持根部活性。大白花則以蘋果酸處理成效是較為顯著(圖 10B)。種植後 *Phal. amabilis* 所有處理活性皆下降，此品系本身回復力較強，給予藥劑對根部反而是一種逆境，只要能充分保水即可維持根的活力。大白花種植 7 天後，可觀察到較高濃度的蘋果酸可維持種植前根部相似的活性，葡萄糖醛酸雖有提升的作用，但仍低於蘋果酸 200 mM 處理組。葡萄糖醛酸主要為一種單糖(趙等人, 1989)，外加糖類可保粒線體的結構和功能，對於活性的提升也有幫助(Kaltaler and Steponkus, 1976)。相信只要能充分維持兩品系根部水分含量，不需藥劑也能快速回復其根部活性。

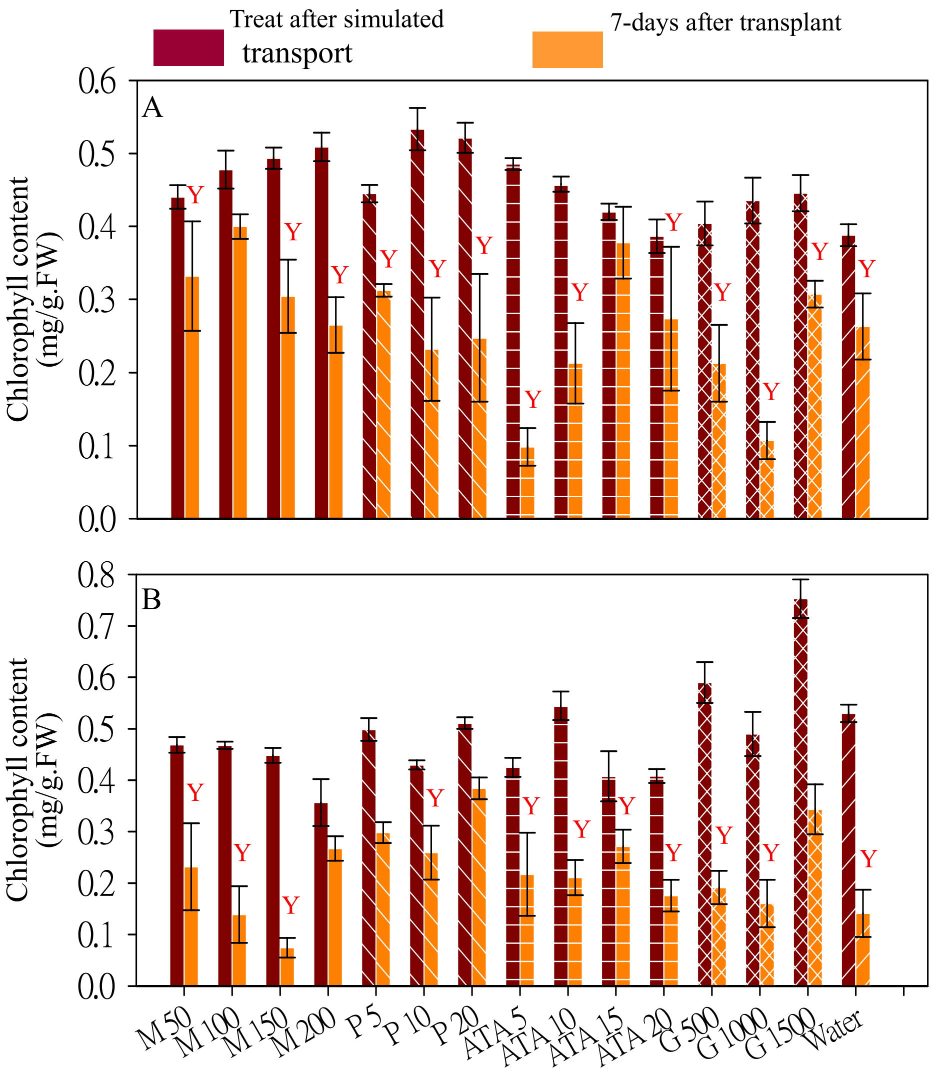


圖 9. 浸藥處理對蝴蝶蘭(A)*Phal. amabilis* 及(B)大白花由下數來第二葉葉片前端總葉綠素含量之影響。 Y：黃化

Fig.9 Effect of chemicals treatment on total chlorophyll content of front of the second leaf from base of (A)*Phal. amabilis* and (B) 'White flower'.
M, P, ATA and G and Y represent malate, proline, ATA, glucuronate, and yellowing, respectively.

Franco 及 Lüttge(1992)表示藤黃屬(Clusia)CAM 型植物在缺水下蘋果酸的含量會降低，在蝴蝶蘭中也有相同的現象(圖 8)。給予蘋果酸藥劑處理則可保持出庫後植體內含有較高的蘋果酸含量，脯胺酸也有類似的效果(圖 11)。兩品系都可觀察出此種表現。比較種植前後仍以蘋果酸及脯胺酸效果佳，因爲脯胺酸本身可供做碳源以及能量的來源(林和高, 2001)，減少了蘋果酸的消耗，5 mM 即有不錯的成效。雖然李和李(1996)指出植體之間糖的含量差異大，但出庫後蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 處理蘋果酸、脯胺酸及葡萄糖醛酸其可溶性糖的含量仍可看出具有比浸水處理較佳效果的趨勢(表 6)。因爲此三種藥劑本身就可提供能量的來源。ATA 處理雖會抑制呼吸作用的上升，且抑制 ACC synthase 的活性而抑制乙烯的增加(Altman and Solomons, 1993、1994; Serramo et al., 1999)，但 ATA 造成自由基的形成需更多

能量來修補細胞，使得糖的含量反而下降。經種植七天過後大部分處理組與種植前比較大多為減少，但統計上是仍以 ATA 變化較顯著。大白花出庫後各處理間差異並不十分顯著(表7)，經種植 7 天之後，則可觀察到蘋果酸及脯胺酸藥劑具有提升可溶性糖含量，但浸水處理也會有增加現象，代表大白花保持植體水分的含量也可確保糖分的快速回復。

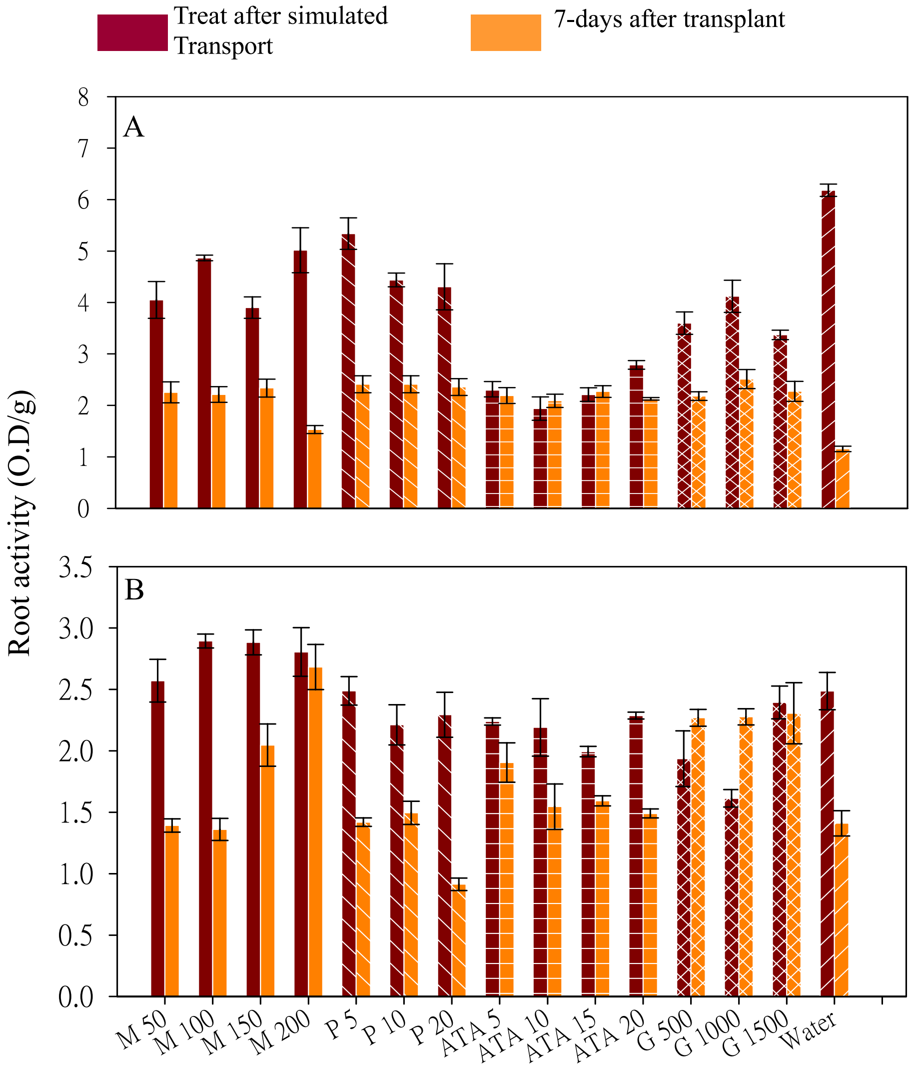


圖 10. 浸藥處理對蝴蝶蘭(A)*Phal. amabilis* 及(B)大白花根部活性之影響。

Fig.10 Effect of chemicals treatment on root activity (TTC) of (A)*Phal. amabilis* and (B) ‘White flower’.
M, P, ATA and G represent malate, proline, ATA, and glucuronate, respectively.

綜合以上試驗，造成蝴蝶蘭經裸根之後種種外觀及生理現象的變化，主要以因植體水分的喪失及受傷乙烯的危害。但以復水之後的表現才是真正影響品質之重要因素。以復水之後藥劑處理的結果來表示，總葉綠素含量以蘋果酸 100 mM 及脯胺酸 5 mM 效果最佳；蘋果酸含量以浸漬蘋果酸 100 mM、脯胺酸 5 及 20 mM 藥劑所得較高；根部活性以蘋果酸處理大白花可保有較佳活力；蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 可溶性糖變化各藥劑間表現不顯著，大白花上位葉則以處理蘋果酸及脯胺酸含量較高。此外，蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 裸根黑暗下可

溶性糖及蘋果酸雖有變動，但復水之後含量可快速提升，大白花則無法有此機制，因此 *Phal. amabilis* 逆境下的恢復較大白花品系易回復生育活力。在藥劑成效方面，以蘋果酸 100 mM 及脯胺酸 5 mM 具有良好的效果。但真正問題是爲了減少因裸根而造成生育品質不良及開花延期的問題。處理藥劑不一定是最好的解決方法，若能減少因裸根造成的傷害或更佳保水的方法，才是根本解決之道。

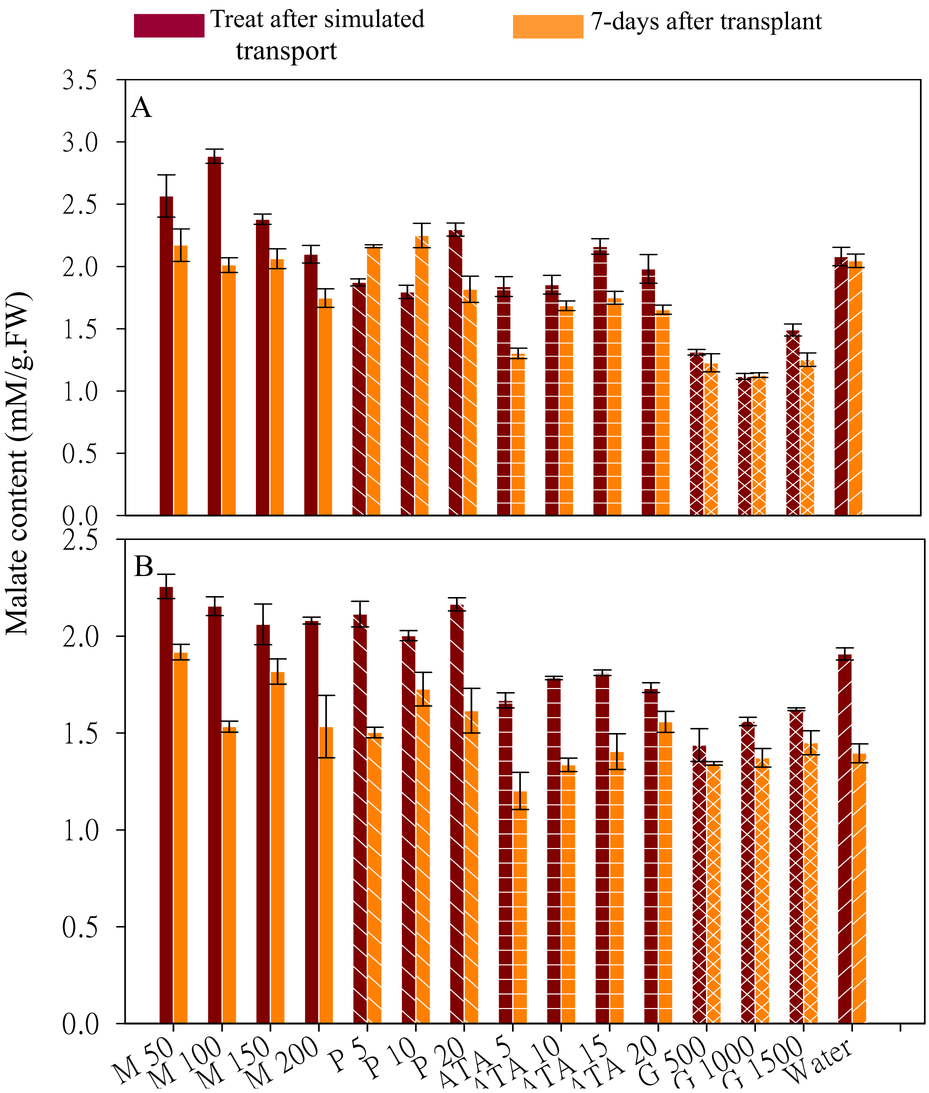


圖 11. 浸藥處理對蝴蝶蘭(A)*Phal. amabilis* 及(B)大白花蘋果酸含量變化之影響。

Fig.11 Effect of chemicals treatment on malate content of (A)*Phal. amabilis* and (B) ‘White flower’.

M, P, ATA and G represent malate, proline, ATA, and glucuronate, respectively.

表 6. 蝴蝶蘭 *Phal. amabilis* 浸藥處理經模擬貯運及種植 7 天後由上數來第二葉可溶性糖含量之變化

Table 6. Effect of chemicals on total soluble sugar content change of the second leaf from upper of *Phal. amabilis* with bare root. After treating plants were stored in the dark 5 days, then grew in the greenhouse for 7 days.

Treat		Total Soluble Sugar (% DW)					
		After storage			7 days growth		
Water		5.58	C	a[z]	5.57	AB	a
Malate	50[y]	6.65	B	a	4.96	BC	a
	100	7.82	A	a	5.65	AB	b
	150	5.76	BC	a	5.32	ABC	a
	200	3.61	E	b	4.85	BC	a
Proline	5	5.71	BC	a	5.28	ABC	a
	10	7.67	A	a	5.28	ABC	b
	20	7.54	A	a	5.86	AB	a
ATA	5	4.17	DE	b	4.90	BC	a
	10	4.81	CD	a	4.11	C	b
	15	5.49	C	a	5.22	ABC	b
	20	5.41	C	a	5.09	ABC	b
Glucuronate	500	8.36	A	a	5.36	ABC	b
	1000	6.54	B	a	5.80	AB	a
	1500	5.73	BC	a	6.36	A	a

[z]Capital alphabet letter mean separation with columns by Duncan's new multiple range test at P≦0.05. Small alphabet letter mean separation with row by Duncan's new multiple range test at P≦0.05.

[y]Unit: Malate: mM, Proline: mM, ATA: mM, Glucuronate: ppm.

表 7. 大白花蝴蝶蘭浸藥處理經模擬貯運及種植 7 天後由上數來第二葉可溶性糖含量之變化

Table7. Effect of chemicals on total soluble sugar content change of the second leaf from upper of 'White flower' with bare root. After treating plants were stored in the dark 5 days, then grew in the greenhouse for 7 days.

Treat		Total Soluble Sugar (% DW)					
		After storage			7 days growth		
Water		3.82	ABC	b[z]	5.00	BCD	a
Malate	50[y]	3.45	ABCD	b	6.36	AB	a
	100	3.68	ABC	b	7.34	A	a
	150	3.78	ABC	a	4.51	CDE	a
	200	3.71	ABC	b	6.17	AB	a
Proline	5	3.76	ABC	b	5.70	BC	a
	10	3.44	ABCD	b	5.25	BCD	a
	20	3.65	ABC	b	5.76	BC	a
ATA	5	4.25	ABC	b	6.41	AB	a
	10	3.36	BCD	a	4.25	CDE	a
	15	3.27	CD	a	3.43	E	a
	20	3.69	ABC	a	4.02	DE	a
Glucuronate	500	4.34	AB	a	5.56	A	a
	1000	2.62	D	b	4.52	CDE	a
	1500	4.42	A	a	3.80	DE	a

[z]Capital alphabet letter mean separation with columns by Duncan's new multiple range test at P≦0.05. Small alphabet letter mean separation with row by Duncan's new multiple range test at P≦0.05.

[y]Unit: Malate: mM, Proline: mM, ATA: mM, Glucuronate: ppm.

參考文獻

1.吳昌祐、朱德民。1994。植物在缺氧逆境下之適應調節。科學農業 42: 140-146。
2.李嘉慧、李哖。1996。蝴蝶蘭花芽誘引和花序發育時之碳水化合物變化。中國園藝 42: 262-275。
3.林傳琦、高景輝。2001。脯胺酸與植物鹽分逆境。科學農業 49: 27-31。
4.洪惠娟。1998。貯運及貯運前後環境對蝴蝶蘭抽梗與開花品質的影響。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。台灣。93pp.。
5.張綺恂。2002。乙烯、黑暗貯運及 1-MCP 對不同蝴蝶蘭盆花品種產後品質開花之影響。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。台灣。119pp.。
6.楊棋明、楊佳豪、蔡慧美。1996。被子植物可以在黑暗中和成葉綠素? 談葉綠素的合成。科學月刊 27: 375-380。
7.趙世彬、周煦杕、蔡東璣、陳河吉、周大中、李文齡。1989。細胞壁的多醣類。生物化學。藝軒圖書出版社。台灣。812pp.。
8.Altman, S. A. and T. Solomos. 1994. Inhibition of ethylene biosynthesis and action in cut carnations (Dianthus caryophyllus L.) by aminotriazole. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119: 282-287.
9.Amory, A. M., L. Ford, N. W. Pammenter, and C. F. Cresswell. 1992. The use of 3-amino-1,2,4-triazole to investigate the short-term effects of oxygen toxicity on carbon assimilation by Pisum sativum seedlings. Plant Cell Environ. 15: 655-663.
10.Endo, M. and I. Ikusima. 1989. Diurnal rhythm and characteristics of photosynthesis and respiration in the leaf and root of a Phalaenopsis plant. Plant Cell Physiol. 30: 43-47.
11.Ferguson, I. B. and S. J. Dunning. 1986. The effect of 3-amino-1,2,4-triazole, a catalase inhibitor, on peroxide content of suspension-cultured pear fruit cells. Plant Sci. 43: 7-11.
12.Franco, A.C., E. Ball, and U. Lüttge. 1991. The influence of nitrogen, light and water stress on CO_2 exchange an organic acid accumulation in the tropical C_3-CAM tree, Clusia minor. J. Exp. Bot. 42: 597-603.
13.Hilton, J. L., L. L. Jansen, and M. N. Hull. 1963. Mechanisms of herbicide action. Ann. Rev. Plant Physiol. 14: 353-384.
14.Kaltaler, R. E. L., amd P. L. Stepokus. 1976. Factors affecting respiration in cut roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 352-354.
15.Lüttge, U., M. Kluge, and E. Bell. 1975. Effects of osmotic gradients on vacuolar malic acid storage. A basic principle in oscillatory behavior of crassulacean acid metabolism. Plant Physiol. 56: 613-616.
16.Mergemann, H. and M. Sauter. 2000. Ethylene induces epidermal cell death at the site of adventitious root emergence in rice. Plant Physiol. 124: 609-614.
17.Morgan, P. W. and M. C. Drew. 1997. Ethylene and plant responses to stress. Physiol. Plant. 100: 620-630.
18.Peterson, J. C., J. N. Sacalis, and D. J. Durkin. 1980. Promotion of leaf abscission in intact Ficus benjamina by exposure to water tress. J. Amer. Soc. Hor. Sci. 105: 788-793.
19.Poole, R. T. and C. A. Conover. 1983. Influence of simulated shipping environments on foliage plant quality. HortScience 18: 191-193.
20.Sanada, Y., K. Nishida, and G. Edwards. 1988. Prolonged survival of CAM-mode Mesembryanthemum crystallinum in darkness and its possible dependence on malate. Plant Cell Physiol. 29: 117-122.
21.Serrano, M. and M. C. Martínez-Madrid. 1999. Ethylene biosynthesis and polyamine and ABA levels in cut carnations treated with aminotriazloe. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124: 81-85.
22.Stancato, G. C., P. Mazzafera, and M. S. Buckeridge. 2001. Effect of a drought period on the mobilization of non-structural carbohydrates, photosynthetic efficiency and water status in an epiphytic orchid. Plant Physiol. Biochem. 39:1009-1016.
23.Su, V., B. D. Hsu, and W. H. Chen. 2001. The photosynthetic activities of bare rooted

Phalaenopsis during storage. Sci. Hortic. 87: 311-318.
24.Suttle, J. C. and H. Kende. 1978. Ethylene and senescence in petal of Tradescantia. Plant Physiol. 62: 267-271.
25.Tingey, D. T. 1980. Stress ethylene production – a measure of plant response to stress. HortScience 15: 630-633.
26.Trusty, S. E. and W. B. Miller. 1991. Postproduction carbohydrate level in pot chrysanthemums. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 1013-1018.
27.Vivekanandan, M. and A. Gnanam. 1975. Studies on the mode of action of Aminotriazole in the induction of chlorosis. Plant Physiol. 55: 526-531.

Phalaenopsis Plantlet Handling Techniques

Ruey-Song Lin, Zhong-Yi Lin
Professor and Former Graduate respectively,
Department of Horticulture, National Chung-Hsing University.

Summary

Bare root would make *Phalaenopsis amabilis* and *Phal. hybrid* ‘White flower’ (*Phal.* Asian Elegance × *Phal.* Taisuco Sheen) ethylene production and respiration rate increased quickly. After simulated dark transport, water loss and droop were found in leaves appearance, and roots became inactivity resulted in dry and shrinkage and suberizated. The most serious influence was following rehydration. Rehydration could make ACC oxidase activation after simulated dark transport. Measuring on enzyme activity in basal leaf, internal and external root of ‘White flower’ and internal root of Phal. amabilis became more vigority. The most higher enzyme activity of ‘White flower’ on the basal leaf was 19.29 nl/g.FW.hr, Phal. amabilis on external root was 33.62 nl/g.FW.hr. The changes of enzyme activity made ACC oxidized into ethylene quickly. Rehydration made ethylene production arised and led to yellow of basal leaf, set down root activity. Those results made more physiological changes successively. The changes of physiological properties of phalaenopsis which treated with chemicals from departure of storage room and transplanted for 7 days. Soaking in malate 100 mM and proline 5 mM made much more effect. After drenching malate and proline chemicals, chlorophyll, malate, total soluble sugar content and root activity had better works, and then could get more superior in nursery plant vigority after transplanted.

Key words：*phalaenopsis*, bare root, chlorophyll, root activity, ethylene

洋桔梗切花採後生理與處理

李堂察　蔡智賢　呂明雄
嘉義大學園藝學系教授

摘　要

1. 洋桔梗切花呼吸行為類似更年型果實之花卉，於 25℃下更年高峰時，花朵的呼吸率和乙烯釋放量分別為 350 uLCO_2 g^{-1} h^{-1} 和 34.6 nL C_2H_4 g^{-1} h^{-1}。
2. 小花初開時，花瓣細胞內部已開始出現老化之症狀，盛開時，細胞內部已失去隔室作用，而此時表皮細胞外觀卻呈現最膨脹飽滿的狀態，當花瓣出現萎凋時，則細胞內部已受到嚴重之破壞。
3. 於萎凋期之韌皮部及形成層細胞嚴重皺縮，而木質部導管細胞則維持正常之形態。小花花梗於瓶插期間能維持較低之滲透潛勢，可保持較高吸水能力，以獲得相對較多量的水分。
4. 採後離水 0-12 小時對瓶插壽命和垂頸率影響不顯著，依據鮮重和貯運時間，11.4 mgH_2O/gFw/h 吸水速率，可供為推算立式可回收容器適當裝水量。
5. 內銷切花宜於成熟度較高（5 朵小花開放）時採收，若需長期貯運則宜於蕾期採收並配合保鮮液處理。
6. 以 1,000 ppm AVG 預措 1 小時、100 mM 硼酸預措 0.5 小時；900 ppb 1-MCP 預措 8 小時或 200 ppm AIB 加 15% 蔗糖預措 4 小時，均能有效延長切花壽命。

關鍵字：洋桔梗切花、採後生理、處理技術

前　言

洋桔梗(*Eustoma russellianum*（Don）Grisb)具有多種花形，花色亦多，有紫、白、黃、粉紅及白底鑲紫邊、粉邊等多種，各種花色中也有單瓣和重瓣，切花吸水性良好，瓶插壽命又長，因此，廣受消費者喜好。台灣冬、春季非常適合洋桔梗栽培，近年來栽培技術已成熟，切花已可周年生產。因此，栽培面積逐年增加。民國 92 年栽培面積為 58 公頃，產量為 135 萬打（如表 1 所示）。切花除供內銷外，亦嚐試外銷，目前已被認為是本省極具發展潛力之新興花卉。台灣內銷洋桔梗切花從採收、集貨、分級、包裝、運送、拍賣等過程，僅需一日即可完成，因而較容易忽視採後處理之技術。外銷上所需要時間較長，若未能配合適當的保鮮處理，則不易成功。本文係彙整本研究室近年來洋桔梗切花採後處理之成果，以供業者應用。

乙烯、呼吸率和小花開放

洋桔梗為總狀花序，每穗花序上約有 5～6 朵以上之小花，每朵小花間距離長，差異性大，花由基部往上逐漸開放。瓶插時，通常第一朵小花可以正常開放，第二朵小花較小，顏色變淡，頂端小花不易開放，進而影響瓶插壽命及觀賞價值。隨著洋桔梗小花的開放，小花的鮮重和乾重量逐漸上升，小花盛開時鮮重和乾重達最高峰。盛開時花之呼吸率和乙烯產生量均低，但是花瓣內離子滲漏已開始增加。小花開始萎凋時，呼吸率和乙烯產生量上升。洋桔梗花朵在緊蕾期時呼吸率只有 269.8 μLCO_2 g^{-1} h^{-1}，隨著小花開放至盛開時呼吸率達最高峰為 350.0 μLCO_2 g^{-1} h^{-1}，之後呼吸率急速下降。洋桔梗花朵於緊蕾時，乙烯釋放量甚低，隨著小花之開放，乙烯釋放量上升，尤其在萎凋期時，更高達 34.6nLC_2H_4 g^{-1} h^{-1}。

洋桔梗隨著花之老化其乙烯釋放量增加。未轉色花苞、轉色花苞、初開花朵、全開花朵及老化花朵等不同發育期之小花 ACC 氧化酶活性分別爲 0.40、0.27、0.39、0.69 及 0.79μL C_2H_4 g^{-1} h^{-1}。ACC 氧化酶活性在轉色花苞時期有下降的趨勢，於初開花朵期開始上升，全開及老化花朵時期達最高。上述不同發育期小花之花瓣圓片、柱頭、花柱、子房和花梗等部位的 ACC 氧化酶活性，皆以花瓣最低，以柱頭和花柱最高。由以上可知，洋桔梗呼吸型式 (respiration pattern) 類似更年性(climacteric)花卉，亦屬於對乙烯敏感之花卉。

表1. 2003年台灣各縣市洋桔梗栽培面積和產量

縣別	面積(公頃)	產量(千打)/公頃	總產量(千打)
彰化縣	33	21.2	690
嘉義縣	13	31.8	423
雲林縣	5	17.7	91
南投縣	2	24.6	39
台南縣	2	25.0	38
台中縣	2	14.3	22

切花老化過程構造之變化

洋桔梗花瓣以掃描式電子顯微鏡觀察，其花瓣近軸面（上表皮）之表皮細胞呈凸狀圓形；遠軸面（下表皮）則呈長柱形，略爲彎曲，表面上有螺旋狀的皺褶。以穿透式電子顯微鏡觀察花瓣老化過程其表皮細胞、基本組織和維管束組織，小花初開時，花瓣細胞內部已開始出現老化之症狀，盛開時，細胞內部已失去隔室作用，而此時表皮細胞外觀卻呈現最膨脹飽滿的狀態，當花瓣出現萎凋時，則細胞內部已受到嚴重之破壞。因此，洋桔梗花瓣老化過程中，首先發生液胞膜向內彎曲成小泡囊，接著液胞縮小，細胞質變稀，液胞膜破裂，質壁分離，胞器瓦解，最後留下一些絲狀物，此與牽牛花及康乃馨花瓣老化過程相似。

花梗組織表皮細胞及皮層細胞接近等直徑或長方形，表皮細胞大小約爲 30×32μm，皮層細胞大小約爲 33×29μm。瓶插期間萎凋期時，表皮細胞較吸水高峰期之細胞小。瓶插前花梗維管束組織，包括韌皮部、形成層及木質部三者的細胞形狀皆呈多角形，於瓶插前及吸水高峰期時，維管束之細胞層均呈現清晰、飽滿狀態。於萎凋期之韌皮部和形成層嚴重皺縮及被擠壓。木質部之導管，由瓶插前到萎凋期間其細胞的形狀改變不明顯，由此可知，在失水過程中其花梗維管束組織之薄壁細胞明顯被擠壓變形，而厚壁細胞(導管)則不受失水之影響。在瓶插前髓部細胞接近等直徑，約爲 45×40μm-49×42μm，於吸水高峰期時之髓部細胞大小和瓶插前之差異不顯著。萎凋期的髓部細胞長度，與吸水高峰期時差異不顯著，細胞寬度有輕微萎縮，不同品種間略有差異。

吸水性與水分潛勢之變化

洋桔梗切花瓶插第 1 天每枝切花吸水量達 0.8 mL 爲最高，隨瓶插時間之延長，切花吸水量下降。插前及吸水高峰時，花梗的各部位組織之細胞均飽滿圓潤，花梗滲透潛勢瓶插後 2 天內花呈現增加之趨勢。小花萎凋期花梗組織細胞萎縮，韌皮部及形成層細胞嚴重皺縮，而木質部導管細胞則維持正常之形態。瓶插前，花梗的滲透潛勢爲-2.2 MPa-2.4 MPa，小花經瓶插復水後，其滲透潛勢增加。於瓶插 2~10 天間，其滲透潛勢約爲-1.4 MPa 至 -1.87

MPa，之後隨切花老化滲透潛勢下降。植物細胞之滲透潛勢大小決定於細胞內溶質的多寡，同時滲透潛勢及膨壓共同影響細胞之水分潛勢，當植物處於水分不足時，細胞發生失水，滲透潛勢與膨壓均會降低。洋桔梗小花花梗於瓶插期間能維持較低之滲透潛勢，則可保持較高吸水能力，以獲得相對較多量的水分。

離水與切花品質

冬季重瓣洋桔梗切花在 25℃和 30℃、相對濕度 65~75%下，經 1、2、4、8、12 和 24 小時離水處理後，在 25℃下失重率分別為 2.2%、2.5%、3.2%、5.8%、7.7%及 14.3%；在 30℃下分別為 4.7%、6.4%、8.16%、10.5%、13.5%及 20.6%，顯示，溫度愈高，切花失水愈迅速，離水 24 小時後，切花嚴重失水，外觀萎凋，影響商品價值。離水時間愈長，花朵之乙烯釋放量會增加。不同離水時間全開花朵不同部位和葉片，以花柱的乙烯生成量和呼吸率較高，分別為 4.9-1.8μL C_2H_4 g^{-1} h^{-1} 和 0.75-5.4 mL CO_2 g^{-1} h^{-1}。

些微失水的切花，與未失水的切花，在吸水後重量沒有差異，但若嚴重失水後再復水之切花對日後品質及切花含水量則有影響，採後離水 24 小時最為明顯，在瓶插第 1 天鮮重百分率為負值，復水情形較差，瓶插期間重量也較低。洋桔梗切花失水 12 小時並不會影響瓶插壽命和開花品質。因此，洋桔梗切花採後可於集貨場先進行理貨後，再插於保鮮液或水中。

保鮮液與預措處理

洋桔梗切花以 200 ppm 硝酸銀加 15% 蔗糖加 100 ppm 苄基腺嘌呤(BA, benzyladenine)，或是以 200 ppm 胺基異丁酸(AIB, aminoisobutyric acid)加 15% 蔗糖並加 100 ppm 苄基腺嘌呤於採收後預措 4 小時，能有效延長貯運壽命和瓶插品質。於預措液中若再添加 100 ppm CCC 則效果更佳。瓶插液中加入硫代硫酸銀（STS,Silver thiosulphate）可明顯增加瓶插壽命及降低乙烯之釋放量，因銀離子容易造成環境污染，使用時應注意。以 200 ppm 羥基喹啉檸檬酸鹽（8-HQC,8-hydroquinoline citrate）加 2-3% 蔗糖進行瓶插亦有甚佳之效果。洋桔梗以 1 mM 硼酸連續瓶插或以 100 mM 預措 0.5 小時，可增加吸水量、維持切花品質並能延長小花和切花瓶插壽命。

以 1-甲基環丙烯（1-MCP,1-Methylcyclopropene）燻蒸之洋桔梗切花，於瓶插期間呼吸率及乙烯釋放量較高，鮮重下降較慢。濃度以 900ppb 1-MCP 處理 8 小時者效果最佳，瓶插壽命及單朵小花開放天數皆比對照組延長了 2 天左右。以 1-MCP 處理之切花，經模擬空運或海運後切花出庫時品質仍佳，瓶插壽命均比對照組增加 2 天，惟經冷藏之切花於瓶插期間其品質會迅速降低，應縮短貯運時間以維持切花最佳之品質（如表 2 所示）。

表 2. 洋桔梗切花以 1-MCP 處理，經模擬空運(23±2℃下 3 日)及海運(5±2℃下 7 日)後，瓶插於 23±2℃下之瓶插壽命

		貯運天數		
品種	處理別	23±2℃0 日	23±2℃3 日	5±2℃7 日
雙白紫	CK	9.7b	7.7b	3.3b
雙白紫	1-MCP	10.3a	9.7a	5.3a
雙粉	CK	8.9a	8.3b	5.0b
雙粉	1-MCP	9.2a	10.7a	6.0a
雙綠	CK	9.0b	8.7b	5.0b
雙綠	1-MCP	10.8a	10.7a	7.0a

*每樣品為 3 枝切花，4 重複。.
*鄧肯式多變域分析；p≦0.05.

洋桔梗小花以 100 ppm 之 AVG（Aminoethoxy vinylglycine）連續瓶插或以 1000 ppm 之 AVG 預措 1 小時，可使鮮重下降較緩，降低乙烯釋放量及呼吸率（如圖 1 所示），且瓶插壽命及單朵小花開放天數也比對照組延長了 2~3 天。切花以 100 ppm 之 AVG 連續瓶插或以 1,000 ppm 之 AVG 預措 0.5 小時之效果最好，瓶插壽命分別比對照組延長了 3.4 及 3.2 天，且可明顯抑制乙烯釋放，延緩切花老化，提高觀賞價值。顯示，AVG 對於洋桔梗切花保鮮效果上，具有促進單朵小花開放及延長切花瓶插壽命之實用價值。以上顯示，蔗糖、乙烯抑制劑或多種保鮮劑均能有效延長洋桔梗切花枝瓶插壽命（如表 3 和 4 所示）。

表 3. 洋桔梗不同開放程度小花，以 1,000 ppm AVG 不同時間預措，於 25℃下對瓶插壽命之效果

預措時間(hr)	瓶插壽命(天)			盛開天數(天)		
	盛開期	初開期	緊蕾期	盛開期	初開期	緊蕾期
0	5.5b	7.4c	9.3b	5.5b	5.3c	7.2c
0.5	7.5a	9.3b	10.8a	7.5a	6.7b	9.0b
1	7.8a	10.7a	11.3a	7.8a	8.0a	10.1a
2	7.0a	9.0b	11.0a	7.0a	6.4b	8.9b

*每樣品為 3 枝切花，4 重複。.
*鄧肯式多變域分析；p≦0.05.

表 4. 洋桔梗切花以 1,000 ppm AVG 不同時間預措後於 25℃下之瓶插壽命

預措時間(小時)	瓶插壽命（天）	小花壽命(天)
0	8.6c	4.7b
0.5	11.9a	7.4a
1	11.7ab	6.9a
2	10.7b	5.5b

*每樣品為 3 枝切花，4 重複。.
*鄧肯式多變域分析；p≦0.05.

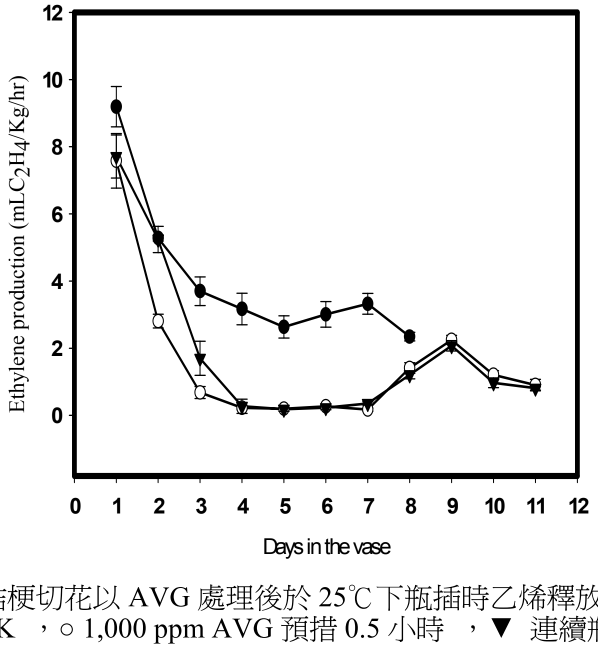


圖 1. 洋桔梗切花以 AVG 處理後於 25℃下瓶插時乙烯釋放量之變化
● CK ，○ 1,000 ppm AVG 預措 0.5 小時 ，▼ 連續瓶插於 100 ppmAVG

採收成熟度

洋桔梗切花無論是否經過貯藏，採收成熟度較高（5 朵小花開放）之切花其呼吸率和乙烯釋放量較採收成熟度低（小花緊蕾）者爲高。瓶插時開花數以 5 朵小花開放之切花顯著高於小花緊蕾之切花，小花瓶插壽命則以 5 朵小花開放之切花顯著低於小花緊蕾之切花，但對其整個切花之瓶插壽命在不同採收成熟度間差異不顯著（如表 5 所示）。已有不少切花於蕾期採收，經貯運後仍能獲得令人滿意之結果。採收成熟度爲 5 朵小花開放之切花，瓶插時能獲得最佳之觀賞價值，在外銷上若能克服包裝和檢疫問題，則亦應在高成熟度時採收。洋桔梗切花若在緊蕾期採收，則必需配合以保鮮液預措處理來促進小花之開放及花色表現。

表 5. 採收成熟度對經過 5±1℃下貯藏 7 天之洋桔梗切花，於 25±2℃下瓶插時，切花瓶插壽命和品質之影響

採收成熟度	花朵開放數/每枝切花		瓶插壽命(日)	
	盛花數	總開花數	花	切花
5 朵花開放	7.2a	7.3a	3.7b	6.0a
3 朵花開放	5.2b	5.2b	4.3ab	5.8a
1 朵花開放	2.6c	2.7d	4.4ab	6.2a
小 花 緊 蕾	2.8c	3.2c	4.5a	6.0a

*每樣品爲 1 枝切花，15 重複。.

*鄧肯式多變域分析；p≦0.05.

適宜之貯運溫度

切花貯運和瓶插期間，品質和壽命受溫度影響甚巨。降低溫度可以降低呼吸速率、延緩代謝和老化、減少失水及抑制微生物的增殖，並能減少乙烯產生和降低對乙烯的敏感性。低溫貯藏普遍被認爲是延長園產品採收後壽命最有效的方法，故爲確保切花品質和壽命可以置於低溫下貯藏，但不能讓切花遭受到寒害(chilling injury)，各種切花最適之貯運溫度均不同。洋桔梗切花於2-5℃下乾貯，貯運壽命可達一星期以上，切花仍能維持良好的瓶插品質。

包　裝

失水爲影響洋桔梗切花外觀非常重要之因素，運輸過程中如何減少切花之失水非常重要。切花整理後每把以保鮮膜包覆，再用紙箱包裝，或於紙箱內襯保鮮膜均可有效的減少切花失水和維持品質。但是在外銷上，需考慮檢疫處理問題。此外，紙箱品質亦需注意，需避免經過貯運後紙箱破損或變形。

爲減少切花貯運過程中過度失水，業者嘗試於每枝切花基部套上保鮮管。若切花在集貨場經 1 天 1 夜充分吸水後，再進行外銷處理作業，假設溫度爲 25℃，則每公克切花每小時會吸收約 5 mg 的水，外銷切花每枝重量以 100 g 計算，24 小時則共需要有 12 g 的水供應才足夠。若外銷時以常溫運輸需要 3 天，則共需 36 g 水，雖然在紙箱中切花之間互相擠壓，吸水量會稍低。

立式可回收容器在本省切花內銷市場已廣泛使用，例如玫瑰、宿根性滿天星及洋桔梗等，對切花能減少失水，延長切花壽命，並增加觀賞及經濟價值。洋桔梗切花使用立式容

器運輸後，雖然在瓶插壽命及垂頸率上無明顯較紙箱運輸者佳，但是其運輸後的切花增重13%，花朵葉片飽滿，立式容器在外銷上亦可行，已有業者使用成效不錯。

外銷切花採後處理流程

目前洋桔梗切花外銷日本作業流程有多種，一般爲：切花採收(上午或下午) →農民自行選別和分級→集貨場(下午) →吸水、預措（1-MCP）和殺蟲處理→翌日去除花莖基部 20 公分之葉片並摘除小花蕾和老化花朵→每十枝切花紮成一束→花蕾部用白報紙或其他材料包覆→花梗基部插入吸有保鮮液之海綿中→每二把或四把裝成一箱，單層→傍晚以卡車送至機場→翌日上午飛機送至日本。再經日本檢疫、批發市場拍賣，已是採收後的第四日了。因此，到貨品質不佳，影響售價甚巨。若要提高品質，首要之務爲縮短採收集運流程，能將流程縮短爲 2-3 天，則以目前少量外銷日本利用空運應可行。

在外銷量增大後，利用海運運輸應是未來趨勢，海運最大優點爲節省運費，因爲洋桔梗切花很重，空運成本高，利用海運爲降低運銷成本之主要途徑。海運另外優點爲切花可以在低溫下運輸，到貨品質較佳。海運至日本約需 7-8 天，以洋桔梗切花而言應非常可行。洋桔梗切花採收後預措 2 小時，在 5℃下經過 7 天之模擬貯運後，切花仍可正常開放，瓶插壽命亦在 6 天左右。若再配合保鮮液處理，效果應更佳。洋桔梗宜在 2-5℃下貯運，所以，若外銷量上不足一貨櫃時，應可考慮和唐菖蒲併櫃貯運。洋桔梗若要以海運運輸，尚需考慮預冷技術。

結　論

切花是以觀賞爲目的之產品，一般切花品質若不理想，除栽培管理技術外，採收後處理如保鮮、預冷、分級包裝和貯運技術，亦是極重要因素。採後處理各流程息息相關，環環相扣，若其中之一處理不當，則往往造成無法挽救之後果，因此，產業發展上不可不慎。

引用文獻

1. 阮雅蘭、林芳存、蔡智賢、李堂察、呂明雄。2003。洋桔梗切花吸水性與花梗滲透潛勢及組織構造之關係。中國園藝 49(1):63-76。
2. 蔡智賢、蔡榮哲、李堂察。2000a。採收成熟度對洋桔梗切花瓶插壽命和品質之影響。嘉義大學學報 70:1-10。
3. 蔡智賢、劉嘉瑞、郭銀港、李堂察。2000b。離水時間對洋桔梗切花瓶插壽命和品質之影響。嘉義大學學報 68:1-11。
4. 蔡智賢、郭銀港、鄭仔秀、李堂察。1999。洋桔梗花瓣老化過程中微細構造之變化。中國園藝 45(4):305-316。
5. 簡煦容、林芳存、蔡智賢、李堂察。2004。硼酸對洋桔梗切花保鮮之影響。嘉義大學農林學報 1：14-28。

Postharvest Physiology and Handling Technology of Cut Eustoma Flowers

Tan-Cha Lee, Jyh-Shyan Tsay, and Ming-Hsiung Lu
Professor, Department of Horticultural Science, National Chiayi University

Summary

In order to understand the postharvest physiology and the suitable technique of storage for cut Eustoma flowers, a series of experiment were conducted. The results are summarized as follows：

1. The patterns of changes in respiration rate and ethylene production during vase were characteristic of like-climacteric pattern. The rate of respiration and ethylene production of flower at 25℃ were 350 $uLCO_2\ g^{-1}\ h^{-1}$ and 34.6 $nLC_2H_4\ g^{-1}\ h^{-1}$ at climacteric peak, respectively.
2. Senescence symptom of flower appeared at the slightly open stage, at the full open stage, the turgid epidermal cells of petal showed the decomposition of vacuole membrane, finally proceeded to serious destruction at the initiation of petal wilt.
3. The cells of phloem and cambium tissue wilted seriously but vessel cells remained unchanged at the wilting stage. The lower osmotic potential would keep the water uptake ability higher and persist water holding of pedicel tissue during the vase days.
4. No significant difference on the vase life and bent neck ratio of flower was found from the treatment of 0-12 hours after harvesting time before soaking. When the fresh weight of cut flower and the duration of transportation were concerned, the 11.4mg $H_2O\ gFw^{-1}h^{-1}$ of water uptake rate could be used as a reference to estimate the amount of water needed of procona packing system.
5. Cut flower harvesting at high maturity （5 florets opened）is preferred for domestic market, but harvesting at tight bud stage might desirable for export.
6. Pretreatment of cut flower with 1000 ppm AVG for 1 hour, 100 mM boric acid for 0.5 hour,900 ppb 1-MCP for 8h or 200 ppm AIB＋15% sucrose for 4 hour were effective in prolonging the vase life.

Key words：cut Eustoma flower, postharvest physiology, handling technology

156 園產品採後處理技術之研究與應用研討會專刊 2005. p.156～168

近年來研究銷日唐菖蒲切花採收後處理之重點項目

連程翔
私立中國文化大學園藝系助理教授

摘 要

唐菖蒲切花近 10 年持續大量以冷藏貨櫃海運外銷日本，且其品質廣受市場肯定。低溫貯運雖然可降低切花呼吸作用，延長貯運期限，但貯運後的切花，若事先未經迫吸處理，出庫後瓶插表現往往比未經貯運切花不佳。本報告以唐菖蒲切花作爲研究材料，包括銷日重要唐菖蒲切花品種`Pink Princess'、`Amsterdam'、`Sun Bright'、`Peter Pears、`Novalux'、`Red Beauty'等，於 5℃模擬貯運下，冷藏 0,3,7,10 天不等，進行採收後處理之研究。在各種處理方式中，整體切花觀賞品質以 1-MCP 燻蒸，配合 20% 蔗糖溶液之迫吸處理 20 小時者最佳。無論何種藥劑處理，其對切花品質的改善程度，處理組和對照組的外觀差異，均隨切花貯藏期間之延長而加大。使用 STS、20% 蔗糖水溶液、1-MCP、STS 添加蔗糖以及 1-MCP 添加蔗糖等藥劑，於切花貯藏前進行迫吸及/或燻蒸處理，可明顯改善受處理切花之貯藏後瓶插品質，主要作用包括總開花數增加，最大花朵直徑增大以及花穗瓶插壽命延長等。測定切花之呼吸作用則顯示，添加蔗糖者，呼吸速率初期大於對照組，但可延後呼吸高峰之出現時間。在乙烯釋放量變化情形方面，`Pink Princess'及`Peter Pears'在貯藏過後乙烯釋放量均有上升的現象，以 STS 處理者乙烯釋放量更高，但蔗糖迫吸者則較低，無論處理爲何，花朵老化期間也都有乙烯量上升的趨勢。

關鍵字：唐菖蒲、蔗糖、採收後處理、乙烯抑制劑

前 言

唐菖蒲(*Gladiolus*)爲屬於鳶尾科花卉之一，花色豐富，栽培容易，病蟲害少，花期長，球莖易於保存，新品種較易育成，故廣爲世界接受。根據農委會農業年報統計，本省唐菖蒲2000年全省栽培總面積達725公頃，切花產量已超過一億四千萬枝以上。自1984年起銷日數量呈穩定成長，1990年後多達七百萬枝／年以上，至今已創下十年以上的輝煌外銷實績。這和業者由空運改採海運銷日直接相關，因爲唐菖蒲切花很重（100cm長之切花約60~80g），空運運費最高可達海運之三倍，但海運所需運輸期間爲7日，爲空運3日之二倍以上。根據美國農部研究，唐菖蒲切花於2~5℃下貯藏期限在5~8天左右，低溫貯運（cold storage and transport）爲切花採收後常用之處理方法，本省唐菖蒲海運亦是如此。雖然它可降低切花呼吸作用，延長貯運期限，以利長途運輸，但貯運後的切花若事先未經迫吸（pulsing）處理，出庫後瓶插表現往往比未經貯運切花不佳，瓶插表現不佳主要可分爲二方面，一是瓶插壽命之減短，亦即花朵老化加速，另一則是蕾期採收之切花，於出庫後花苞發育受阻，但不同品種間亦有不同之反應。連（1995）曾對唐菖蒲切花採收後處理做一系統式的研究，尤以蔗糖迫吸的效果爲主，但近幾年來，國內外銷業者陸續引進新品種之唐菖蒲切花，對採收後處理方式尚未有任何系統化研究，本文即擬儘速配合產業發展，解決業者迫在眉睫的需求。

本研究計劃承行政院農業委員會補助（92 農科－1.1.2－糧－Z3（20））謹此致謝

材料與方法

一、植物材料

試驗所用之外銷唐菖蒲切花均購自南投專業農戶，內銷之唐菖蒲切花購自台北內湖花市，採收熟度為最下位小花花朵露出苞片並顯色時，採收時間為下午四時至六時間，採收後以外銷規格紙箱裝載，切花原始長度為 100 至 120cm 之間。於 12 小時內運至研究室進行處理，處理前以利刃修剪所有花莖至 80 ㎝，留 3~4 片葉，再進行後續之處理。

二、藥劑配製及追吸

試驗所用蔗糖於追吸前 1 小時內配製以免變質，濃度為 20%，處理時間為 20 小時。硫代硫酸銀部分先行配製硝酸銀（silver nitrate）100mM，硫代硫酸鈉（sodium thiosulfate）400mM 之原液（stock solution），並貯於暗處備用；於試驗前再以蒸餾水將兩者混合成所需之濃度，以 1：4 比例配製之，本試驗 STS 所用濃度為 0.5mM；處理時間為 20 小時。

三、1-MCP 配製及燻蒸

藥劑自 Biotechnologies for Horticulture, Inc.購得（商品名 EthylBloc），由利統股份有限公司台灣總代理。試驗進行前，將藥粉置入裝有植物材料燻蒸箱之小容器中，燻蒸箱密封前迅速將溶解藥粉之緩衝溶液注入小容器中，並啓動箱中之小風扇，使 1-MCP 氣體均勻釋放於燻蒸箱中，燻蒸箱長 50cm x 寬 50cm x 高 90cm 為 225 公升。處理時溫度統一為 23±1℃。分別配製 0.5 及 5μl l^{-1} 之 1-MCP，放置於 225 公升之呼吸缸中燻蒸 20 小時。

四、二氧化碳及乙烯釋放量之測定

以解剖刀將欲測之小花於瓶插不同日數後，自花穗上切離，秤取鮮重後，依不同花朵大小，分別置於盛有一次蒸餾水之呼吸缸中，於23℃下平衡3小時後將瓶口密封，1~2小時後以1ml針筒抽取瓶內氣體，注入Shimadzu公司出品之GC(gas chromotograph)8A及14A分別測定其二氧化碳及乙烯產量。

五、瓶插表現之評估

評估切花表現之項目包括瓶插壽命(vase life)、第 3 及第 6 朵小花最大花徑(maximum diameter)、瓶插第 3 及第 6 天花穗上之開放與萎凋小花數目及總開放小花數(total florets opened)。瓶插壽命方面，由於其他學者所用標準不一，但不外乎以 2-5 朵小花萎凋之日為瓶插壽命結束之時(Mayak et al., 1973；Kofranek and Halevy，1976；連和李，1992；Serek et al.,，1994)，故本試驗以 3 朵小花萎凋日為準。另於瓶插第 3 及第 6 天時計算每支花穗上之開花數及萎凋花數，小花之開放與萎凋判定標準，以 Serek 氏等（1994）對唐菖蒲小花發育所分之 6 階段為依據，亦即花瓣向外展開時（stage 4）視為開放，花瓣之外圍呈現透明化時（stage 5）視為萎凋；總開花數於瓶插壽命結束時計算之。

結　果

在未經冷藏的切花方面，凡處理中有添加蔗糖者，不論第 3 朵或第 6 朵小花花徑均較其他處理來的大，皆可維持在 7cm 以上。在總開花數方面，則是以蔗糖處理組表現最好，平均每枝花穗可開放之花朵數為 6.2 朵。而經過冷藏 3 天後，對照組之第 6 朵小花開放已明顯受到抑制，下位小花開放程度減小；以 STS 及 1-MCP 處理者其上位的小花雖可展開，但展開程度也有限，而下位小花之開放程度亦減小。處理中添加蔗糖者，不論下位或上位小花均可順利開展，且花徑可維持在 8cm 上下，總開花數亦在 7 朵以上，其中又以 STS+蔗糖處理表現最好。經過 7 天冷藏後，以蔗糖處理者，下位小花之開放並不受抑制，但上位小花之開放程度已出現減小之現象，總開花數由冷藏 3 天時的 7.6 朵減少至 5.8 朵。若在蔗糖外再添加乙烯作用抑制劑，則上位小花之開放仍可順利進行，總開花數亦可維持在 7.4 朵

（Table 1）。

Table 1. The effect of sucrose pulsing and/or ethylene inhibitor treatment on the opening of florets and vase life of gladiolus ‘Pink Gaint’, spikes were stored dry at 5℃ for various days after pulsing; all spikes were placed in 200 ppm 8-HQS solution for observation after pulsing[z].

Treatment	Vase life (days)	Max. diameter (cm)		Total no. Florets opened	
		3rd floret	6th floret	per spike	% of max.
		0 day storage			
CK	6.2ab[y]	6.77c	6.27a	5.0ab	50ab
Sucrose	6.0b	8.54b	7.57a	6.2a	62a
STS	7.0a	5.50d	4.59b	4.8b	48b
1-MCP	6.6ab	6.22cd	4.43b	5.4ab	54ab
STS+Sucrose	6.4ab	9.49a	7.16a	5.8ab	58ab
1-MCP+Sucrose	5.8b	7.92b	7.29a	5.4ab	54ab
		3 days storage			
CK	5.8a	6.34b	3.98c	4.2b	42b
Sucrose	6.2a	9.50a	8.43a	7.6a	76a
STS	6.4a	6.50b	5.64bc	5.2b	52b
1-MCP	6.0a	6.68b	5.86bc	4.0b	40b
STS+Sucrose	6.2a	9.04a	8.39a	7.8a	78a
1-MCP+Sucrose	6.2a	8.78a	7.76ab	7.2a	72a
		7 days storage			
CK	6.2a	6.95b	1.73d	3.6c	36c
Sucrose	6.0a	9.44a	6.16abc	5.8b	58b
STS	5.6a	6.53b	5.91bc	4.2c	42c
1-MCP	6.0a	6.69b	4.64c	4.4c	44c
STS+Sucrose	6.0a	9.63a	8.54a	7.4a	74a
1-MCP+Sucrose	5.8a	9.27a	7.66ab	7.4a	74a

[z]：Data were means of 5 replicates.

[y]：Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test, 5% level.

‘Sun Bright’唐菖蒲切花，以蔗糖、1-MCP 及 1-MCP+蔗糖處理，觀察其對貯運後切花品質之影響。‘Sun Bright’為一紫紅花色之栽培種，是目前外銷唐菖蒲切花之新興栽培種，

此栽培種對於蔗糖之反應非常明顯。在未冷藏狀態下，三種處理均可有效增大第 3 朵小花之花徑，但以 1-MCP 處理反而會抑制上位小花之開放，且更會在瓶插後期，減緩花朵之發育速率，使總開花數顯著減少；而 1-MCP+蔗糖處理其上位小花開放程度雖不如單獨以蔗糖處理來的大，但卻有最多之開花數及最高之開花百分比（Table 2）。經過 7 天貯藏後，對照組第 6 朵小花之開放明顯受到抑制，開花數亦顯著減少，每枝花穗上只有 4.8 朵小花展開，而其他 3 種處理則能夠有效增大花徑，增加總開花數，而其中以 1-MCP+蔗糖處理，可使第 3 及 6 朵小花花徑分別達 11.3cm 及 9.8cm，總開花數增加至 8.2 朵，開花率達 70%，較未冷藏之切花品質更優良。三種處理之第 3 朵小花花徑均大於 10.4cm，以 1-MCP+蔗糖處理更可超過 11cm，第 6 朵小花花徑亦在 8.5cm 以上。而以蔗糖或 1-MCP+蔗糖處理，每枝花穗上之總開花數亦可達 8 朵以上（Table 2）。

Table 2. The effect of sucrose pulsing and/or ethylene inhibitor treatment on the opening of florets and vase life of gladiolus ‘Sun Bright’, spikes were stored dry at 5℃ for various days after pulsing ; all spikes were placed in 200 ppm 8-HQS solution for observation after pulsing [z].

Treatment	Vase life (days)	Max. diameter (cm)		No. florets opened on		Total no florets opened.	
		3rd floret	6th floret	3rd day	6th day	per spike	% of max.
0 day storage							
CK	4.4a[y]	9.38b	7.09ab	5.0a	6.0a	6.0a	47a
Sucrose	4.8a	11.00a	8.62a	4.8a	6.0a	6.0a	53a
1-MCP	4.8a	9.03b	3.78b	3.6a	4.4b	4.4b	35b
1-MCP+Suc	5.0a	10.38a	6.65ab	4.8a	6.6a	6.6a	55a
7 days storage							
CK	4.4a	9.90b	3.68b	3.6b	4.8c	4.8c	40c
Sucrose	3.8a	10.44ab	9.44a	6.2a	8.0a	8.0a	64a
1-MCP	3.0a	10.45ab	8.57a	5.4a	6.2b	6.2b	51b
1-MCP+Suc	4.0a	11.33a	9.83a	5.6a	8.2a	8.2a	70a

z：Data were means of 5 replicates.

y：Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test, 5% level.

而在橘色栽培種‘Peter Pears’方面，此栽培種在未經冷藏之切花上，下位小花花徑均可達 10cm 以上，但上位小花無法順利展開，即使以蔗糖處理，仍無法使上位小花達到花瓣完全展開的程度，而以 1-MCP+蔗糖處理，則可使上位之小花順利發育並展開（花徑爲 8.54cm），故總開花數可達 6.4 朵，總開花百分比可維持在 81%以上（Table3）。冷藏 7 天後，下位小花花徑均有減小的情形；而以蔗糖處理，則能使上位之小花順利展開，總開花數增加至 6.2 朵；以 1-MCP+蔗糖處理之效果與蔗糖相近，且總開花百分比可維持在 80%以上（Table 2）。

Table 3. The effect of sucrose pulsing and/or ethylene inhibitor treatment on the opening of florets and vase life of gladiolus ‘Peter Pears’, spikes were stored dry at 5℃ for various days after pulsing ; all spikes were placed in 200 ppm 8-HQS solution for observation after pulsing [z].

Treatment	Vase life (days)	Max. diameter (cm)		No. florets opened on		Total no florets opened.	
		3rd floret	6th floret	3rd day	6th day	per spike	% of max.
0 day storage							
CK	4.6a[y]	10.18a	3.69ab	4.4a	4.8b	4.8b	52b
Sucrose	5.2a	11.25a	5.43ab	4.6a	5.6ab	5.4ab	61b
1-MCP	5.2a	10.31a	2.92b	3.8a	5.2ab	5.2ab	63b
1-MCP+Suc	5.0a	10.91a	8.54a	5.0a	6.4a	6.4a	82a
7 days storage							
CK	3.4b	9.28b	2.72b	3.8b	4.2b	4.2b	50b
Sucrose	4.0ab	10.64a	7.56a	5.8a	6.2a	6.2a	67b
1-MCP	4.0ab	10.44a	4.74ab	5.0ab	5.2ab	5.2ab	58b
1-MCP+Suc	5.2a	10.47a	6.71ab	4.0ab	6.2a	6.2a	81a

z：Data were means of 5 replicates.

y：Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test, 5% level.

另比較不同品種之唐菖蒲切花經模擬貯運後對蔗糖及 1-MCP 之反應，以‘Sun Bright’、‘Nova Lux’、‘Pink Giant’及‘Amsterdam’4 栽培種為參試材料。在‘Sun Bright’方面，對照組之小花在經過 7 天 5℃冷藏後，其開放明顯受到抑制，尤其是上位小花之抑制情形更為嚴重；單獨以 1-MCP 處理即可明顯增大花徑，使每枝花穗之總開花數由 3.2 朵增加為 5.6 朵，總開花百分比亦由 32%增至 60%。而以蔗糖或 1-MCP+蔗糖處理，均可增大小花花徑，加速花朵發育，每枝花穗上之總開花數亦增加至 8 朵以上，總開花百分比也都可達 85%以上（Table 4）。

在黃花栽培種‘Nova Lux’方面，以蔗糖迫吸處理者，與對照組相比，除可明顯增大花徑（由 7.67cm→9.49cm 及 3.72cm→9.09cm），促進上位小花開放及增加總開花數（4.8 朵→7.6 朵）外，更可加速小花之發育及開放，在瓶插第 3 天時即有 6.2 朵小花順利展開，相較之下，對照組只有 4.2 朵。單獨以 1-MCP 處理，雖亦可增大花徑、增加開花數及加速花朵發育、展開，但改善程度亦有限。若以二者合併處理，則效果有累加的作用，甚至可使花穗上總開花百分比高達 86%（Table 4）。

另 ‘Pink Giant’在冷藏 7 天後，對照組之上位小花之開放開始受到抑制，花朵之發育速度亦減緩；單獨以 1-MCP 處理，即可使上位小花之展開程度增大，但在此栽培種上，1-MCP 會在早期延遲唐菖蒲花朵之發育，後期則又加快，而利用蔗糖迫吸處理，則會加速花朵發育，使瓶插壽命較其他處理稍短；以 1-MCP+蔗糖處理則和 1-MCP 有類似情形，早期會延遲花朵之發育，但似乎又因為蔗糖的關係，使花朵之延遲發育不若以 1-MCP 處理者嚴重。於此栽培種，凡處理中含有蔗糖者，均可有效增大花徑；而三種處理，皆可顯著增加開花數，維持總開花百分比在 60%以上（Table 4）。

Table 4. The effect of sucrose pulsing and/or ethylene inhibitor treatment on the opening of florets and vase life of different gladiolus cultivars, spikes were stored dry at 5℃ for 7 days after pulsing ; spikes were placed in 200 ppm 8-HQS solution for observation following storage [z].

Treatment	vase life (days)	Max. diameter (cm)		No. florets opened on		Total no. Florets opened	
		3rd floret	6th floret	3rd day	6th day	per spike	% of max.
cv. Sun Bright							
CK	5.8a[y]	6.23b	0.93c	3.2c	3.2c	3.2c	32c
Sucrose	4.8a	10.09a	9.86a	7.6a	8.0a	8.2a	88a
1-MCP	5.0a	7.98ab	6.42b	5.0b	5.6b	5.6b	60b
1-MCP+Suc	5.6a	9.50a	9.40a	7.0a	8.2a	8.6a	90a
cv. Nova Lux							
CK	5.4a	7.67b	3.72b	4.2c	4.8c	4.8c	52c
Sucrose	5.4a	9.49a	9.09a	6.2ab	7.6a	7.6a	84ab
1-MCP	5.8a	8.41b	7.43b	5.4b	6.4b	6.4b	73b
1-MCP+Suc	5.4a	9.36a	9.20a	6.6a	6.8ab	7.2a	86a
cv. Pink Giant							
CK	6.8a	7.74b	6.77c	3.2ab	6.8b	6.8b	47b
Sucrose	6.6a	10.97a	9.80a	5.0a	9.0a	10.0a	67a
1-MCP	6.8a	7.96b	7.97b	1.6b	8.8a	10.0a	62a
1-MCP+Suc	6.8a	9.36a	9.13a	3.6a	8.6a	9.2a	62a
cv. Amsterdam							
CK	5.2a	7.42a	1.01a	3.0a	3.0a	3.0a	27a
Sucrose	6.8a	10.73a	1.98a	4.0a	4.2a	4.6a	37a
1-MCP	5.8a	6.99a	2.52a	2.8a	2.8a	2.8a	23a
1-MCP+Suc	7.0a	10.33a	4.78a	4.4a	4.8a	4.8a	40a

[z]：Data were means of 5 replicates.
[y]：Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

'Amsterdam'為一白花栽培種，此栽培種在經過冷藏後，上位小花之開放明顯受到抑制，花瓣幾乎完全沒有展開（花苞直徑約為 1cm）。以蔗糖追吸處理，雖可使下位小花開放程度增大，但對於上位小花之開放仍沒有顯著之改善效果；1-MCP 也有類似情形。以 1-MCP+蔗糖處理除有效增大第 3 朵小花花徑外，上位小花之花瓣亦可展開，但仍無法達到完全盛開。總開花數方面，有處理蔗糖者，皆可增加花數，但增加效果亦有限（Table4）。

由以上可得知，唐菖蒲切花在冷藏 7 天後，以高濃度之蔗糖或再添加 1-MCP 處理可有效改善切花出庫後之品質，又以'Sun Bright'表現最為良好，'Nova Lux'及'Pink Giant'次之，而'Amsterdam'經過冷藏後幾乎喪失其商品價值，以藥劑處理改善程度亦有限。

醣類和/或乙烯作用抑制劑對於唐菖蒲小花呼吸作用及乙烯釋放量之影響

在呼吸作用及乙烯釋放量方面，以'Pink Princess'為參試栽培種，以整枝切花形式經藥劑處理完畢後，分別置於 5℃冷藏庫中 0、3 及 7 天，出庫後瓶插至含有 8-HQS 之瓶插液中，

分別自花穗上取不同發育階段之小花，置於呼吸缸中，測其二氧化碳及乙烯釋放量。就整個發育階段而言，緊苞時期呼吸速率最高，隨著小花發育時間的進行，呼吸速率逐漸下降，小花展開時呼吸率又會上升，至全開時呼吸速率達到最低。在緊苞階段，各處理均有較高之呼吸作用，以蔗糖處理甚至可高達 0.27ml g^{-1} FW h^{-1}（Fig. 1A），而處理中含有蔗糖者，在緊苞及花苞時期均可維持較高之呼吸速率，其中又以 STS+蔗糖處理最能夠有效維持緊苞期之呼吸速率，在冷藏 3 及 7 天時，分別增加 66%及 60%（Fig. 1A,B）。但不論爲何階段，小花之呼吸速率會隨著冷藏天數增加而逐漸下降（Fig. 1）。而 1-MCP+蔗糖其呼吸作用形式與 STS+蔗醣類似，可在緊苞及花苞期維持高呼吸速率（Fig. 2A,B），當小花進入開花階段，各處理之呼吸速率並無明顯差異（Fig. 2C）。

乙烯釋放量上，緊苞期之小花有較高之乙烯釋放量，經過冷藏後乙烯釋放量即會增加，而隨著冷藏天數之增加，乙烯釋放量亦會上升，其中以 STS 和 1-MCP 處理者尤是（Fig. 3A, 4A），STS 在冷藏 7 天後，可高達 8nl g^{-1} FW h^{-1}。隨著小花發育至花苞階段，冷藏不超過 3 天，乙烯釋放量很少，冷藏 7 天後，以 STS 處理之乙烯釋放量高於其他處理（Fig. 3B, 4B）。之後隨著花朵之發育，乙烯之釋放量接近於 0。半開之小花冷藏 7 天後，以 STS 及 1-MCP 處理仍會有乙烯產生，但量明顯較緊苞期或花苞期少（Fig. 3C, 4C）。當小花完全盛開時，不論各處理，則幾乎無乙烯之釋放（Fig. 3D, 4D）。而不論小花發育至何階段或冷藏與否，單獨以蔗糖處理其乙烯釋放量均最低（Fig. 3, 4）。

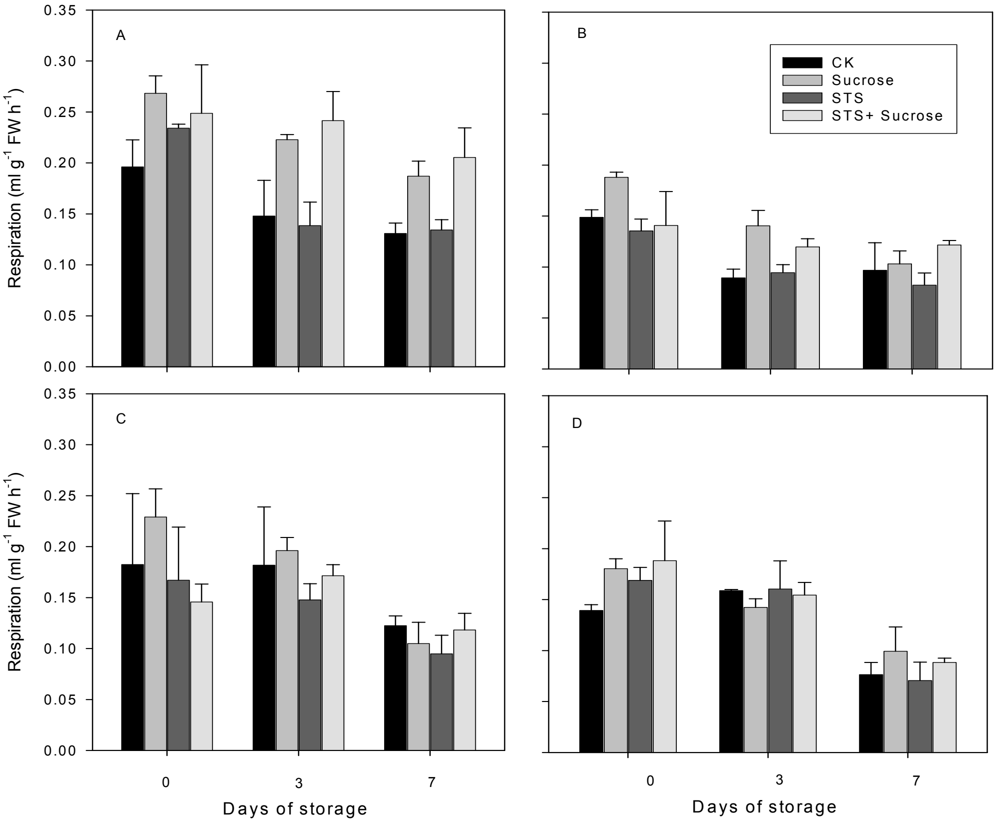


Fig. 1. Changes in floret respiration of various stages （A:tight bud, B:bud, C:half open, D:full-open）in gladiolus ‘Pink Princess’ pulsed with different solutions for 20 hours followed by various days of cold storage at 5℃. Data were means of 3 measurements.

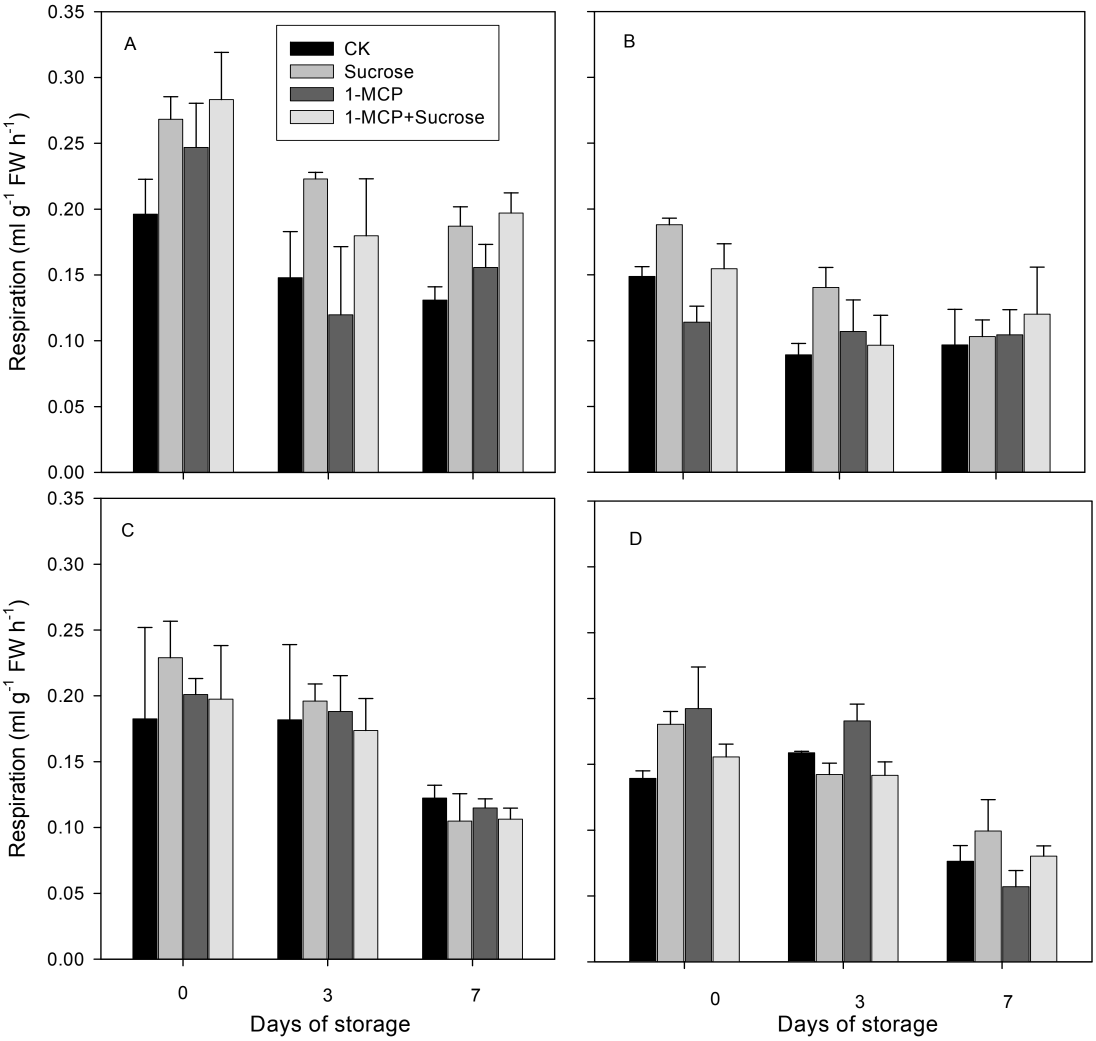


Fig. 2. Changes in floret respiration of various stages （A:tight bud, B:bud, C:half open, D:full-open）in *gladiolus* ‘Pink Princess’ pulsed with different solutions for 20 hours followed by various days of cold storage at 5℃. Data were means of 3 measurements.

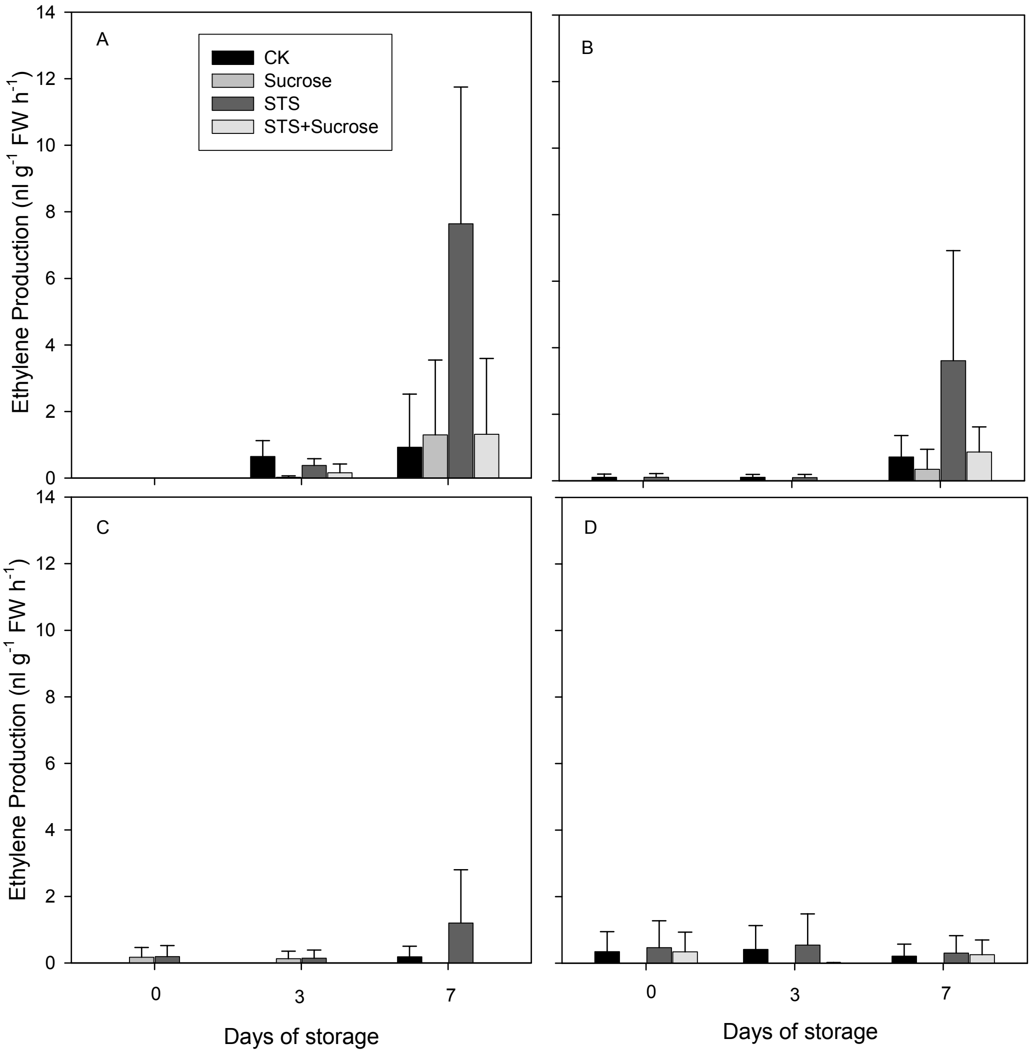


Fig. 3. Ethylene production in floret of spikes of cut *Gladiolus*‘Pink Princess’ cold-stored for various days pulsed with different solutions. Values are means of 3 measurements each.

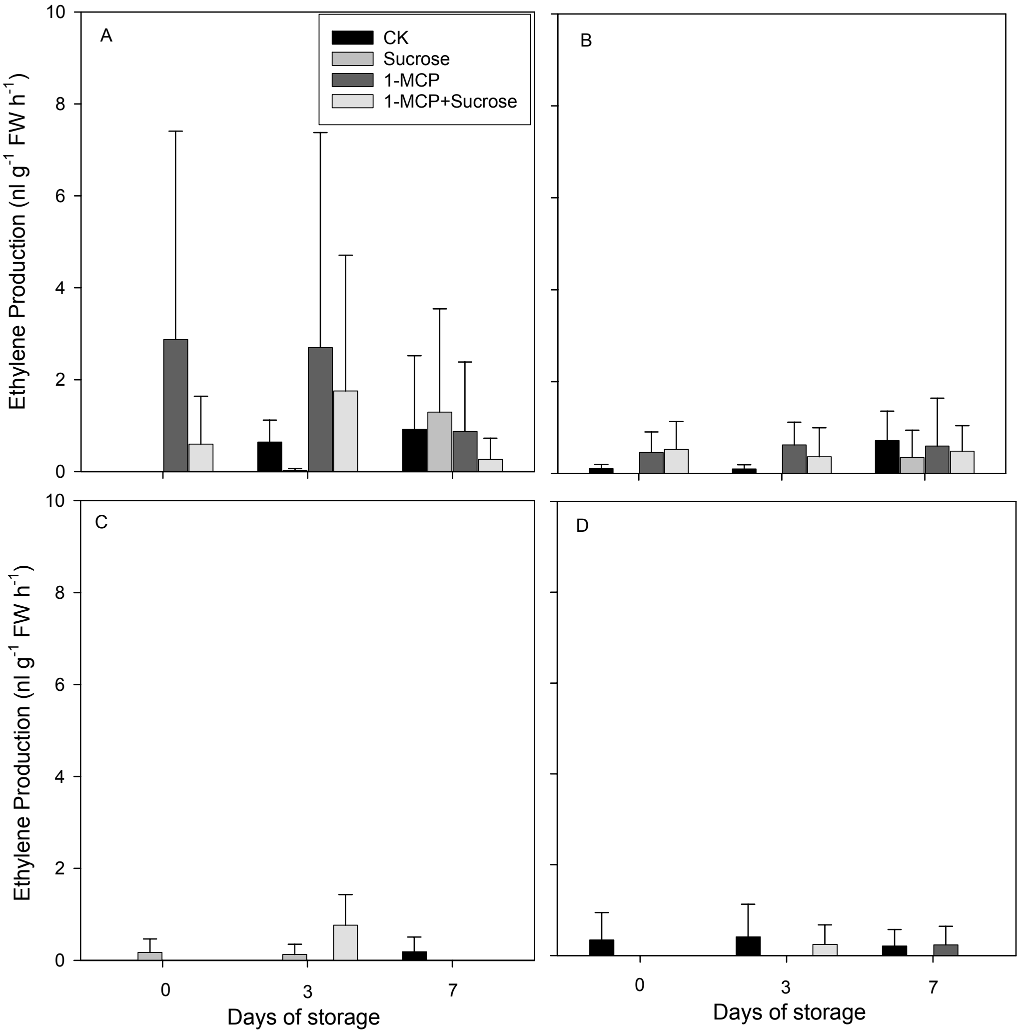


Fig. 4. Ethylene production in floret of spikes of cut *Gladiolus*'Pink Princess' cold-stored for various days pulsed with different solutions. Values are means of 3 measurements each.

討　論

台灣之唐菖蒲切花保鮮處理，以往在乙烯抑制劑方面，多使用 STS，但近年來由於對環保之重視，含有重金屬銀離子恐怕會是 STS 的最大缺點，故 STS 於使用初期，便有多位學者分析實際分布在切花體內之銀離子濃度（Veen, 1983），以有效利用微量之銀離子。1-MCP 的使用由本試驗可以證明，確實可改善唐菖蒲切花貯運後的切花品質，但是 1-MCP 在植物體內的分佈及定量，即使發明者自己都無法確實執行，故目前不同花卉適用之處理濃度及時間，都是以實際測試效果之持續性爲主（Sisler and Serek, 1999）。以本試驗所用之栽培種，在低溫 5℃貯藏七天後，提高濃度雖可以達到更明顯的效果，可是一方面較高濃度之藥劑自然處理成本會提高，另一方面，由於不同栽培種對乙烯敏感度有明顯差異，所以其他栽培種仍需業者自行嘗試，才可調整出對不同栽培種最適合的濃度和/或時期長短。

醣類和/或乙烯作用抑制劑對於唐菖蒲切花品質之影響，從本試驗結果可明顯看出，未經冷藏的切花，凡處理中有添加蔗糖者，小花的花徑均較未加蔗糖者大，大多可維持在 7cm 以上，同時也可明顯增加其總開花數（Table 1）。這樣的結果和國內外觀察結果相符（連，1995；Bravdo et al., 1974; Mayak et al., 1973），蔗糖的效果應該是藉由提供呼吸作用基質，改善水分平衡所導致（Bravdo et al., 1974, Halevy and Mayak, 1981）。切花在經過冷藏後，對照組之小花開放明顯受到抑制，下位小花開放程度減小（Table 1）；這樣的現象正是台灣外銷日本切花面臨的主要問題。於採收後以高濃度蔗糖迫吸可明顯改善此一品質劣變，尤其從花徑之增大及花朵數增加可明顯看出其效果，但是栽培種之間仍有明顯差異，例如橘色品種'Peter Pears'單以蔗糖處理，仍無法使上位小花達到花瓣完全展開（Table3）。蔗糖迫吸改善唐菖蒲切花小花開花狀況，已有許多報告均顯示相同結果（連，1995；Bravdo et al., 1974; Mayak et al., 1973），由於以蔗糖迫吸者其鮮重維持較高的數值，學者咸認蔗糖之主要作用爲改善水分平衡，連（1995）則指出，冷藏期間之水分逆境，會提高小花對乙烯之敏感度，並提高其乙烯釋放量，蔗糖可降低小花各花器之水分逆境程度，維持細胞膜完整，從而降低其乙烯敏感度，而使小花得以順利開放。無論作用機制如何，高濃度蔗糖迫吸對本試驗受試唐菖蒲品種之改善效果，再次獲得證實，業者若在燻蒸操作上有困難，建議應該至少使用蔗糖迫吸以維持銷日切花的切花品質。

在乙烯抑制劑部份，單獨以 STS 及 1-MCP 處理者，其下位小花的開放程度亦減小，上位的小花雖可展開，但展開程度也有限（Table 1）。根據英國學者 Raab 和 Konning 氏針對牽牛花所作試驗結果顯示，花朵之綻放後期，乙烯之主要作用爲促使花瓣向外翻轉，於老化開始時，才會加速花朵老化之進行，本試驗中 STS 及 1-MCP 處理之花朵綻放程度受阻，可能就是因爲於綻放後期之乙烯使花瓣向外翻轉之作用受阻所導致。

反觀利用乙烯抑制劑添加蔗糖處理，不論以 STS+蔗糖處理或是 1-MCP 添加蔗糖者，其下位或上位小花均可順利開展，且花徑可維持在 8cm 上下，總開花數亦在 7 朵以上，表現最好（Table 1-4）。不同栽培種之間差異非常明顯，例如單以 1-MCP 處理'Pink Giant'，即可使上位小花之展開程度增大（Table 4），反之，單以蔗糖或 1-MCP 迫吸，雖可改善'Amsterdam'及'Peter Pears'之花朵開放，但相較於其他栽培種，效果顯然較不顯著，但若使用 1-MCP 添加蔗糖處理，除有效增大第 3 朵小花花徑外，上位小花之花瓣亦可展開（Table 3）。以往國內外已有多篇報告指出利用乙烯抑制劑添加蔗糖處理，可有效改善唐菖蒲切花品質，例如波蘭方面便指出，配合蔗糖及 STS 迫吸，出庫後再以保鮮液輔之，可貯運一個月而不影響品質，故建議將蔗糖及 STS 合併使用(Rudnicki et al., 1986) 。此外，連（1995）針對國內銷日唐菖蒲切花所作結果也建議使用 STS 添加蔗糖可達較單獨使用爲佳的效果。但在 1-MCP 部分，目前國內已證明，以 1-MCP 添加蔗糖，可抑制乙烯促進之百合'Casa Blanca'切花之葉片黃化（駱，1999）及盆栽蝴蝶蘭花朵之萎凋（李，2000；林，2001），今首次利用 1-MCP 添加蔗糖來改善貯運後唐菖蒲切花品質亦見功效。

在業者實際運用上，由於唐菖蒲外銷業者多自備有冷藏唐菖蒲種球及切花之小型冷藏庫，若在產地採收切花後，能立即進入冷藏庫進行預冷，同時進行 1-MCP 於密閉冷藏庫內之燻蒸作業，再配合高濃度蔗糖之迫吸，應可有效改善以往單用蔗糖或 STS，效果較不明顯之栽培種切花貯運後品質，但是正如本研究結果所示，不同栽培種對乙烯抑制劑和/或蔗糖的反應不一，業者應考慮其操作成本及栽培種反應後，再給予相對應的處理方式。

參考文獻

1.林鄉薰。2001。1-MCP與乙烯前處理對盆花及切花壽命及品質之影響。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。101pp。

2.李彬志。2000。蝴蝶蘭葉片黃斑、花朵壽命及花朵對乙烯敏感度之研究。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。156pp。

3.連程翔。1995。唐菖蒲及蝴蝶蘭切花採收後生理及老化。國立台灣大學園藝學研究所博士論文。

4.連程翔、李哖。1992。預措及低溫貯運對唐菖蒲切花品質之影響。中國園38:72-79。

5.駱中怡。1999。追吸處理對東方型百合切花儲後生理與碳水化合物含量之影響。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。152pp。

6.Bravdo, B., S. Mayak , and Y. Gravrieli. 1974. Sucrose and water uptake from concentrated sucrose solutions by gladiolus shoots and the effect of these treatments on floret life . Can. J. Bot.52:1271-1281.

7.Halevy, A.H. and S. Mayak. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers, part 2. Hort. Rev.3:59-143.

8.Kofranek, A.M. and A.H. Halevy. 1976. Sucrose pulsing of gladiolus stems before storage to increase spike quality. HortScience 11:572-573.

9.Mayak, S., B. Bravdo, A. Gvilli, and A.H. Halevy. 1973. Improvement of opening of cut gladioli flowers by pretreatment with high sugar concentrations. Sci. Hortic.1:357-365.

10.Raab, M.M., and R.E. Koning. 1987. The interacting roles of gibberellin and ethylene during corolla expansion of Ipomoea nil. Amer. J. Bot. 74:921-927.

11.Raab, M.M. and R. E. Koning. 1988. How is floral expansion regulated？BioScience38:670-674.

12.Rudnicki, R. M., D. Goszczynska, and J. Nowak. 1986. Storage of cut flowers . Acta Hortic. 181:285-296.

13.Serek, M., R.B. Jones, and M.S. Reid. 1994a. Role of ethylene in opening and senescence of Gladiolus sp. flowers. J. Amer. Soc. Hort. Sci.119:1014-1019.

14.Sisler, E.C. and M. Serek. 1999.Compounds controlling the ethylene receptor. Bot. Bull. Acad. Sin.40:1-7.

15.Veen, H. 1983. Silver thiosulphate: an experimental tool in plant science Horticulture, ethylene, flower abscission, senescence, sex transformation. Sci Hortic. 20:211-224.

Recent Topics on the Postharvest Handling of Cut Gladiolus Flowers Exported to Japan

C. H. Lien
Assistant Professor, Department of Horticulture, Chinese Culture University.

Summary

The effect of sucrose pulsing and/or various ethylene inhibitors on the opening and senescence of cut gladiolus flowers will be investigated in the present study. Cultivar tested included 'Pink Princess', 'Amsterdam', 'Sun Bright', 'Peter Pears', 'Novalux', 'Red Beauty'. Sucrose pulsing and/or ethylene inhibitors pretreatment effectively enhance the floret opening and hense the overall quality of all cultivars tested. Respiration of the sucrose-pulsed florets were enhanced and ethylene production were suppressed in most cutivars. It is expected that the results will be recommended to the grower and exporter to increase their profitability and improve the national competibility of Taiwan flowers.

Key words：Gladiolus, sucrose, postharvest handling, ethylene, inhibitors

化學藥劑預措對玫瑰切花低溫乾藏後老化生理之影響

林瑞松 郭玫秀
國立中興大學園藝系教授與前研究生

摘 要

本試驗利用黛安娜'Noblesse'玫瑰切花商業栽培品種作爲試驗材料，調查低溫乾藏後關鍵老化機制之探討，並針對冷藏後生理的劣變研發利用適合之藥劑加以改善。玫瑰切花經由 100 ppm Agral-LN 預措對於貯藏切花鮮重之維持僅於瓶插初期有效用，10 mM proline 及 10 mM $CaCl_2$ 處理皆可以提升切花貯藏後之吸水能力並促進花朵的開放。切花經低溫貯藏後常會造成膜體性質的改變、乙烯的生成及離子滲漏率的增加，使用 $CaCl_2$ 預措則可顯著的抑制 ACO 的活性，進而降低乙烯的生成，並且有降低膜體微黏稠度的效果，尤其可延緩 8℃貯藏之切花細胞微黏稠度的提升，而接近 4℃貯藏者之變化趨勢，並藉由穩定膜體完整性，達到改善貯藏後切花品質之目的。

關鍵字：玫瑰切花、老化生理、細胞膜微黏稠度、乙烯

前 言

低溫貯藏是園產品採後處理過程中常利用之方法，主要作用在於減緩切花代謝生理與老化的進行(Halevy and Mayak, 1979; Goszczynska et al., 1988)。然切花經低溫貯藏後，極易造成切花提早萎凋(Faragher et al., 1986)、花朵不易綻放、垂頸、花瓣藍化(Faragher et al., 1984)等劣變問題；在切花生理方面，隨著冷藏溫度的增加或冷藏時間的增加，花瓣離子滲漏率及膜體微黏性會大幅上升(Faragher et al., 1987)，導致貯藏後壽命的縮短(Faragher and Mayak, 1984)。因此本試驗利用黛安娜'Noblesse'玫瑰切花商業栽培品種作爲試驗材料，針對冷藏後生理的劣變研發使用適合之藥劑加以改善。

材料與方法

一、植物材料

商業栽培品種黛安娜'Noblesse'玫瑰切花(*Rosa hybrida* L.)選取自南投埔里花卉生產合作社，於商業採收成熟度時採收，切花品質屬於 A 級品(花型完整，花色鮮明帶光澤，成熟度佳，葉色鮮綠明亮均勻對稱，花莖堅實長直具韌性)。切花自產地當日採收以濕式運輸方式於 3 小時內運抵實驗室，以供試驗之用。

二、試驗方法

選取最適合之藥劑濃度 10 mM 脯胺酸(proline)、10 mM 氯化鈣($CaCl_2$)、100 ppm 界面活性劑(Agral-LN)，於 15℃下預措 16 小時。分別以未貯藏及置於 4℃、8 ℃下乾藏 2 週處理。瓶插期間每日測量切花鮮重、吸水性、花朵開放度、呼吸率及乙烯生成量，並於鬆蕾期(S2)、盛開期(S3)、萎凋期(S5)測定花瓣基部 ACC 含量與 ACO 活性、電解質滲漏率與花瓣膜體物理結構之變化。

本試驗承蒙行政院農業委員會補助試驗研究經費。This research was financially supported by the Conuncil of Agriculture, R.O.C.

stage 1－緊蕾(tight bud)商業採收成熟度，花瓣緊密包埋
stage 2－鬆蕾(loosed bud)第一輪外圍花瓣展開或反捲
stage 3－盛開(fully open)花朵達最大開放直徑
stage 4－初萎(outer petals reflexed)第一輪外圍花瓣反捲
stage 5－萎凋(senescence, adding, blacking)花瓣明顯萎凋褪色

stage1 stage2 stage3 stage4 stage5

結果與討論

一、藥劑預措對切花品質之影響

'Noblesse'玫瑰切花利用不同藥劑 10 mM proline、10 mM $CaCl_2$、100 ppm Agral-LN 預措 16 小時，分別以未貯藏及 4℃、8℃下乾藏 2 週處理。結果顯示 Agral-LN 對於未貯藏切花鮮重之維持最佳，然對於貯藏切花之效用則僅限於瓶插初期(圖 2)。Van Doorn 等(2002)指出 Agral-LN 可促使切花於乾藏後回復膨潤狀態。可能的作用機制爲促進水分再次流入乾燥的維管束管壁，並改善導管與氣穴間的交互作用(Van Doorn et al., 1993a)。然而施用不當容易造成毒害使葉片脫落(Van Doorn et al., 1993b)。

圖 1. 化學藥劑預措對`Noblesse'玫瑰切花貯藏 2 週後瓶插第 4 天外觀品質之影響。
Fig1. Effect of pulsed with chemicals followed by 2 weeks storage at 4℃ on flower quality of 'Noblesse' cut rose flowers placed on distilled water for 4 days. (A) In side view. (B)Pulsed with distilled water. (C) Pulsed with $CaCl_2$.

Borochov 等(1999)利用 $CaCl_2$ 處理玫瑰切花可以延緩老化的進行並促使花朵開放，其作用機制可能是作為膜的穩定劑而延緩滲漏的發生。試驗中 $CaCl_2$ 預措對於切花貯藏後鮮重及吸水能力(圖 3)的維持效果最佳。切花貯藏後常會造成花朵無法開放，經由藥劑處理皆可改善，其中以 $CaCl_2$ 預措效果最顯著(圖 1)。

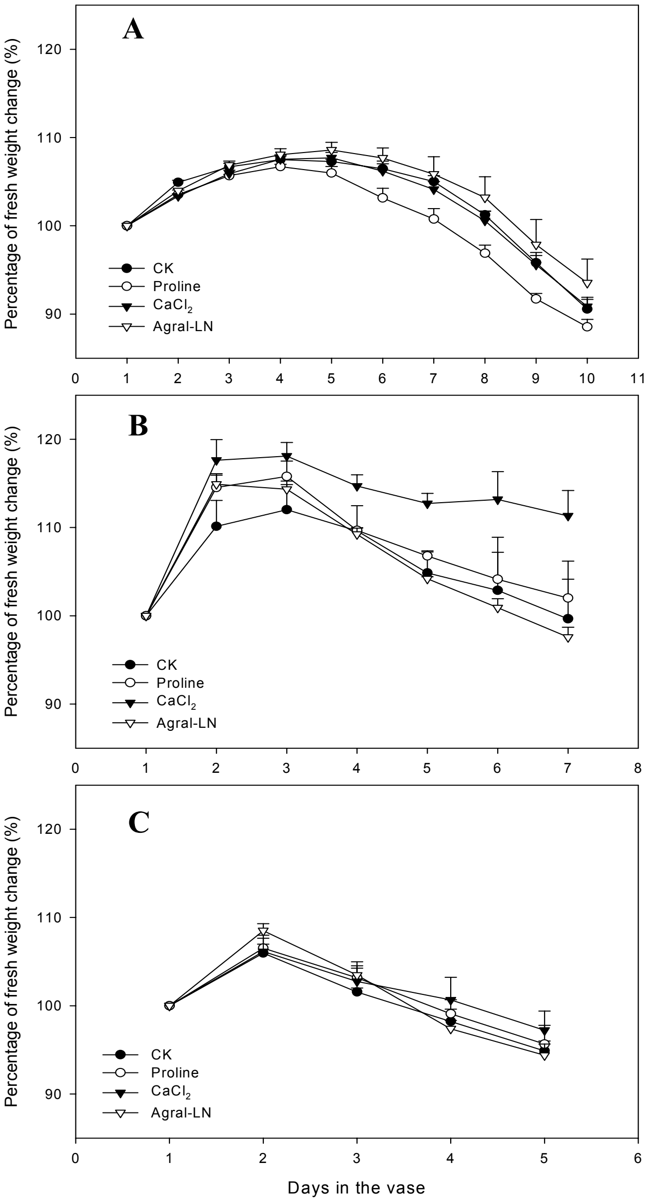


圖 2. 化學藥劑預措對 'Noblesse'玫瑰切花鮮重變化之影響。

Fig. 2. Effect of pulsed with chemicals on fresh weight change of 'Noblesse' cut rose flowers . Each value represents the mean of 3 replications ± SE. Each replication was 3 flowers.

Note: (A):no storage, (B): 2 weeks storage at 4℃, (C): 2 weeks storage at 8℃. CK: distilled water pulsed 16hrs at 15℃.

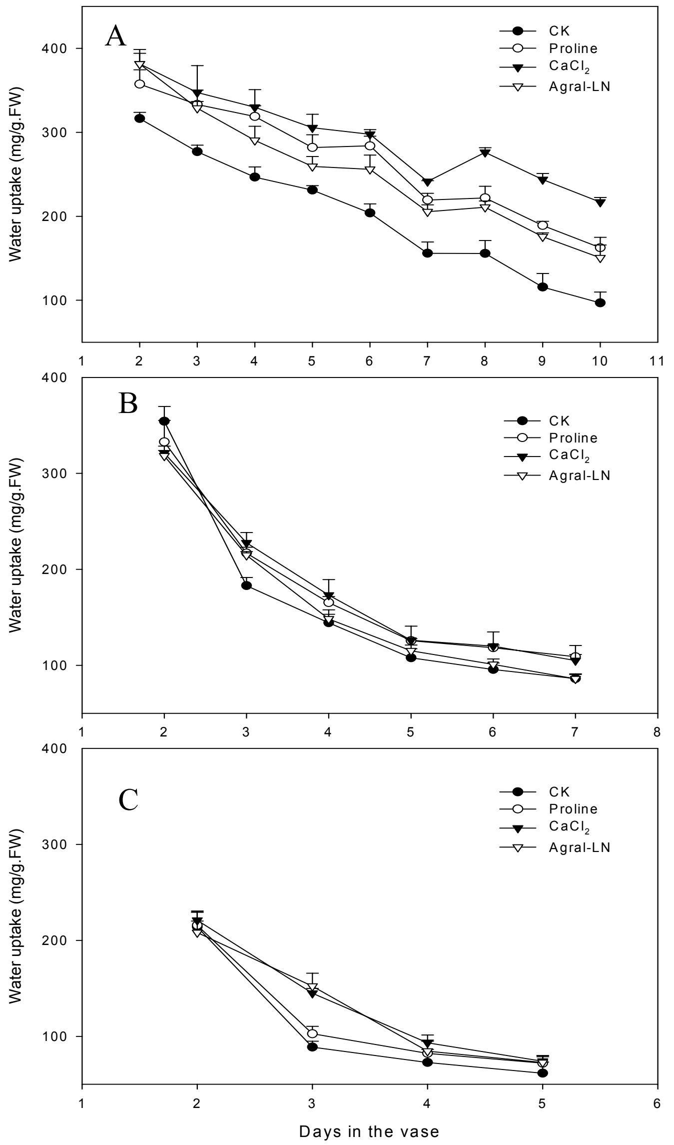


圖 3. 化學藥劑預措對 'Noblesse'玫瑰切花吸水量變化之影響。

Fig. 3. Effect of pulsed with chemicals on water uptake change of 'Noblesse' cut rose flowers . Each value represents the mean of 3 replications ± SE. Each replication was 3 flowers.

Note: (A):no storage, (B): 2 weeks storage at 4℃, (C): 2 weeks storage at 8℃. CK: distilled water pulsed 16hrs at 15℃.

二、藥劑預措對切花乙烯生合成之影響

切花貯藏後會促使乙烯大量生成，大體上以對照組(蒸餾水預措)乙烯生成量最高，然於瓶插後期會迅速降低。藥劑處理無論是否經過貯藏皆以 $CaCl_2$ 抑制效果最佳，且與對照組呈現顯著差異(圖 4)。Cheverry 等(1988)利用 $CaCl_2$ 處理蘋果組織也可抑制乙烯生成。另外 Song 等(1992)指出，由於乙烯生成途徑中由 ACC 轉變爲乙烯的階段必須要有自由基的參與，因此鈣可能經由降低自由基的生成，而抑制 ACC 轉化爲乙烯的能力。

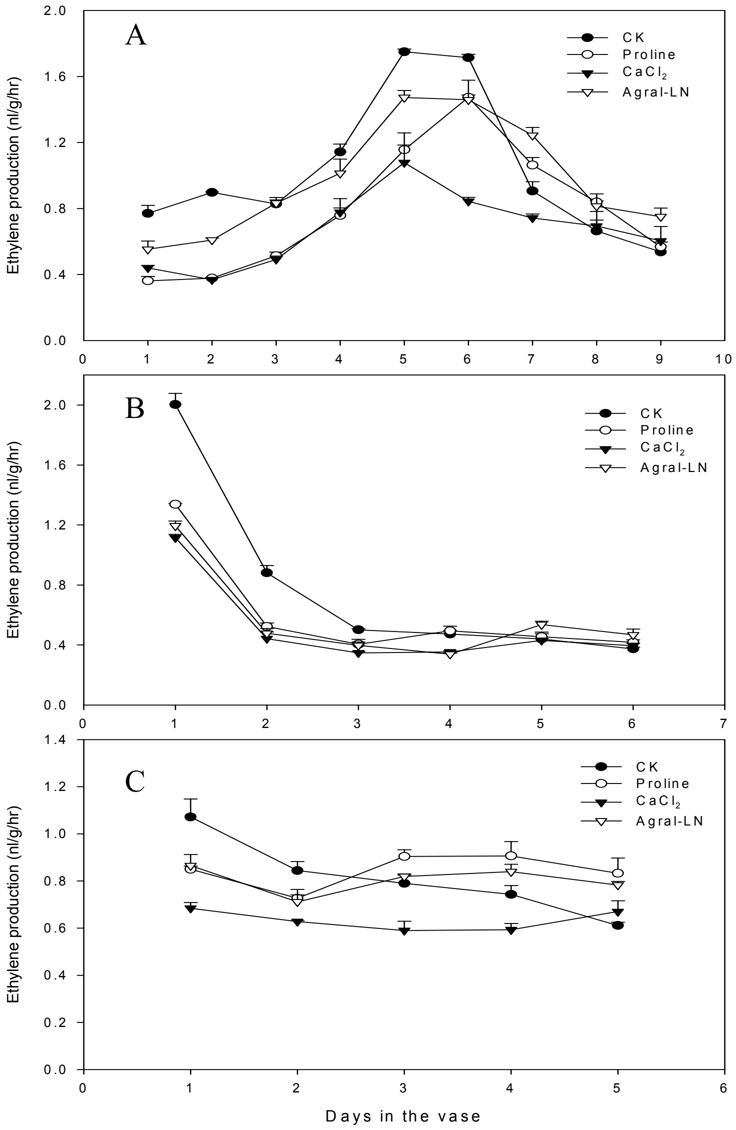


圖 4. 化學藥劑預措對 'Noblesse'玫瑰切花乙烯生成量變化之影響。

Fig. 4. Effect of pulsed with chemicals on ethylene production change of 'Noblesse' cut rose flowers . Each value represents the mean of 3 replications ± SE. Each replication was 3 flowers.

Note: (A):no storage, (B): 2 weeks storage at 4℃, (C): 2 weeks storage at 8℃. CK: distilled water pulsed 16hrs at 15 ℃.

切花貯藏後會大量累積 ACC，尤其以 8℃貯藏者至萎凋期高達 2.8-3.09 nmol/g。不論何種處理在花朵萎凋期 ACC 的累積量均會達到高峰，這是由於萎凋期 ACO 活性下降之故，藥劑處理對於 ACC 的生成並無影響(表 1)。Cheverry 等(1988)指出經由 $CaCl_2$ 處理後，不論是在添加或是缺乏 ACC 的情況下，皆可抑制乙烯的生成，因此推測鈣對於乙烯的抑制作用應該是在 ACC 形成乙烯的階段。試驗結果也顯示，經由 $CaCl_2$ 預措可以顯著抑制 ACO 的活性，尤其在鬆蕾期皆呈現顯著差異(表 2)。

表 1. 化學藥劑預措對 'Noblesse'玫瑰切花 ACC 含量之影響。
S2,S3,S5 各代表鬆蕾期，盛開期，萎凋期。
Table 1. Effect of pulsed with chemicals on 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) content of 'Noblesse' cut rose flowers.

Chemicals pulse	ACC (n mol/g)								
	No storage			Cold storage in 4℃			Cold storage in 8℃		
	S2	S3	S5	S2	S3	S5	S2	S3	S5
CK[z]	0.48 a[y]	0.31 a	0.81 a	0.75 a	0.80 a	1.34 a	2.18 a	2.98 a	3.09 a
10 mM Proline	0.30 b	0.39 a	0.69 a	0.69 a	0.71 a	1.05 a	1.78 b	2.70 a	2.80 a
10 mM $CaCl_2$	0.32 b	0.42 a	0.83 a	0.67 a	0.69 a	1.06 a	2.10 a	2.74 a	3.26 a
100 ppm Agral-LN	0.28 b	0.37 a	0.69 a	0.71 a	0.78 a	1.13 a	1.96 b	2.70 a	3.01 a

z: distilled water pulsed 16hrs at 15℃.
y: Mean separation within column by Duncan' s multiple range test, 5% level. Each value represented the mean of 3 replication. Each replications 2 flowers.

表 2. 化學藥劑預措對 'Noblesse'玫瑰切花 ACO 活性變化之影響。
S2,S3,S5 各代表鬆蕾期，盛開期，萎凋期。
Table 2. Effect of pulsed with chemicals on ACC oxdiase (ACO) activity change of 'Noblesse' cut rose flowers.

Chemicals pulse	ACO (nl /g FW .hr)								
	No storage			Cold storage in 4℃			Cold storage in 8℃		
	S2	S3	S5	S2	S3	S5	S2	S3	S5
CK[z]	18.86a[y]	14.28 a	15.27a	13.85a	9.49 c	9.45 b	12.07 a	9.87ab	.01ab
10 mM Proline	17.58 b	14.36 a	15.62a	14.25 a	12.33a	11.31 a	11.88 a	10.32 a	9.18 a
10 mM $CaCl_2$	13.50 c	11.86 c	11.84 c	11.37 b	11.41ab	9.47 b	9.73 b	8.30 c	7.80 b
100 ppm Agral-LN	19.80 a	13.02 b	12.86b	14.14 a	10.94b	9.25 b	11.65 a	9.06bc	8.57ab

z: distilled water pulsed 16hrs at 15℃.
y: Mean separation within column by Duncan' s multiple range test, 5% level. Each value represents the mean of 3 replications ± SE. Each replication was 1 flower.

三、藥劑預措對花瓣膜體性質之影響

'Noblesse'玫瑰切花微粒體膜(microsomal membrane)之微黏稠度(microviscosity)，隨著發育階段而呈現升高的趨勢，且在鬆蕾期至盛開期此發育階段大幅上升（圖 5）。Thompson 等(1982)利用電子旋轉共振(electron spin resonance, ESR)測定膜之流動性也有相同情形，此數值在老化初期緩慢降低，並於老化症狀出現之前大幅下降。

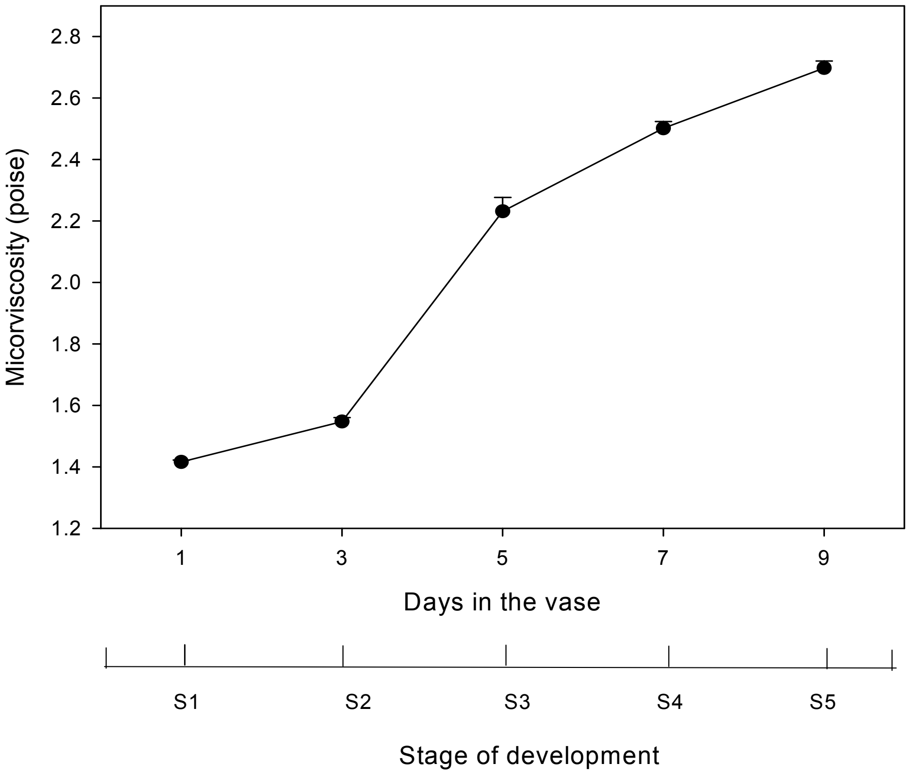


圖 5. ‘Noblesse’玫瑰切花於不同發育階段花瓣微粒體膜中微黏稠度數值之變化。
S1,S2,S3,S4 和 S5 各代表緊蕾期、鬆蕾期、盛開期、初萎期和萎凋期

Fig.5. Microviscosity of microsomal membrane obtained from ‘Noblesse’ rose petal at different stages of development. Each value represents the mean of 2 replications ± SE. Each replication was 3 flowers.

Cheour 等(1992)指出甘藍葉圓片經由 $CaCl_2$ 處理，可以降低磷脂質降解產物如二脂醯甘油(DAG)及游離脂肪酸的生成，而延緩磷脂質的衰退，此作用可能是經由抑制磷脂質酵素的活性而達成。試驗中未貯藏之切花於瓶插第 3 天(鬆蕾期)至瓶插第 5 天(盛開期)急速上升，經由 $CaCl_2$ 處理可以降低微黏稠度數值 0.25 poise；8℃貯藏之切花於瓶插第 1 天即迅速提升，利用 $CaCl_2$ 處理可以延緩微黏稠度至瓶插第 2 天提升，並可降低近 0.89 poise，而接近 4℃貯藏者之變化趨勢，顯示，$CaCl_2$ 處理可以有效的延緩並降低貯藏後花瓣膜體物理性質之變化，尤其以 8℃貯藏之切花，$CaCl_2$ 處理可以延緩微黏稠度的提升，並且達到與 4℃貯藏相似的趨勢(圖 6)。另有學者指出玫瑰切花以 $CaCl_2$ 噴施，可提高 Superoxide simutase(SOD)之活性，藉由清除自由基的功能，維持膜結構之穩定性(洪和超，1999)。

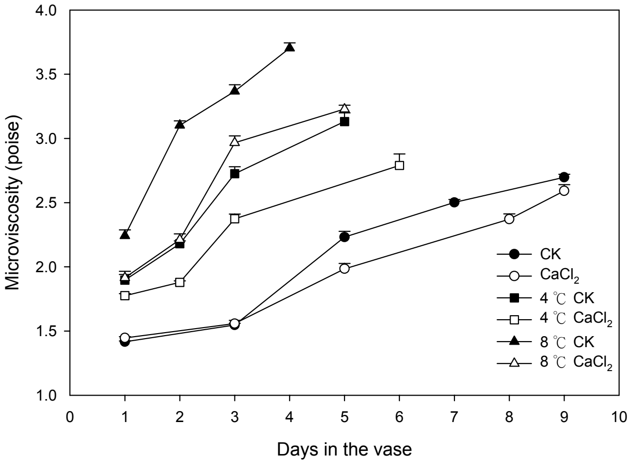


圖 6. 化學藥劑預措對 'Noblesse'玫瑰切花花瓣微粒體膜中微黏稠度數值變化之影響。

Fig. 6. Effect of pulsed with chemicals on Microviscosity change of petal microsomal membrane of 'Noblesse' cut rose flowers . Each value represents the mean of 3 replications ± SE. Each replication was 3 flowers.

Note: (○):no storage, (□): 2 weeks storage at 4℃, (△): 2 weeks storage at 8℃. CK: distilled water pulsed 16hrs at 15℃.

Borochov 等(1999)利用 $CaCl_2$ 處理玫瑰切花，可以顯著的降低離子滲漏率及延緩隔室作用的瓦解。試驗中經貯藏切花之滲漏率均明顯的高於對照組，顯示切花貯藏後膜體已遭受破壞，而 $CaCl_2$ 處理對於維持膜體的完整性相當具有成效(圖 7、8)。

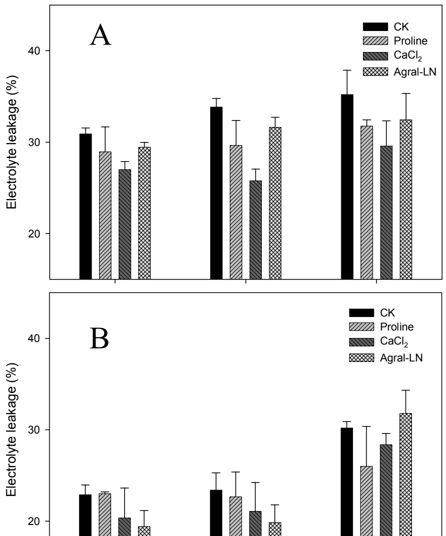


圖 7. 化學藥劑預措對 'Noblesse'玫瑰切花離子滲漏率之影響。
S1,S2,S3,S4 和 S5 各代表緊蕾期、鬆蕾期、盛開期、初萎期和萎凋期

Fig.7. Effect of pulsed with chemicals on electrolyte leakage of 'Noblesse' cut rose flowers . Each value represents the mean of 3 replications ± SE. Each replication was 2 flowers.

Note: no storage, (A):outer petal top, (B): outer petal base, CK: distilled water pulsed 16hrs at 15℃.

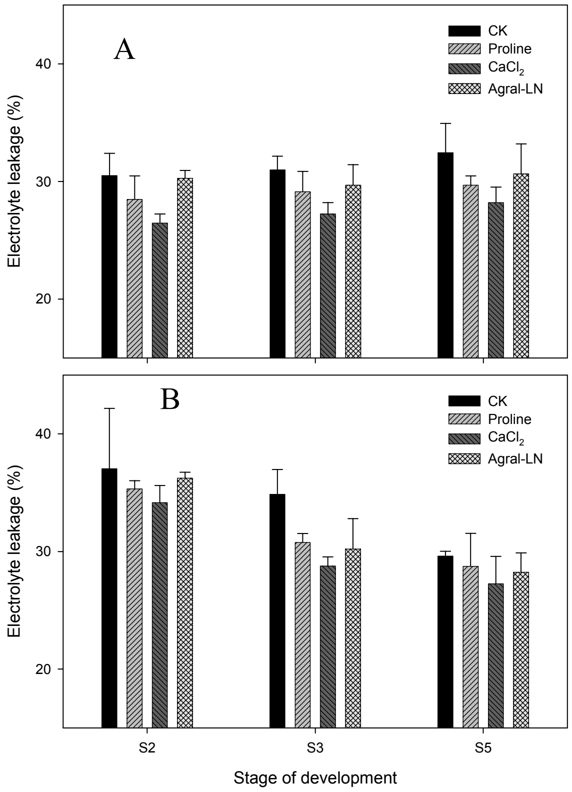


圖 8. 化學藥劑預措對 ‘Noblesse’玫瑰切花花瓣邊緣離子滲漏率之影響。

Fig. 8. Effect of pulsed with chemicals on electrolyte leakage for outer petal top of‘Noblesse’ cut rose flowers . Each value represents the mean of 3 replications ± SE. Each replication was 2 flowers.

Note: (A): 2 weeks storage at 4℃, (B): 2 weeks storage at 8℃, CK: distilled water pulsed 16hrs at 15℃

另外利用 proline 預措處理對於貯藏後切花之離子滲漏率也有延緩的效果(圖 8)。Rudolph 等(1986)指出 proline 在低溫貯藏過程中具有穩定膜磷脂質的作用。並可改善玫瑰切花貯藏後膜完整性的喪失(Tonecki et al., 1989)。而 Agral-LN 對於貯藏後膜體完整的維持效果不顯著(圖 8)。

這些試驗結果顯示，‘Noblesse’玫瑰切花利用 10 mM $CaCl_2$ 預措，可藉由延緩並降低花瓣膜微黏稠度的變化(圖 6)、乙烯的生成(圖 4)及穩定膜體的完整性(圖 7、8)，來達到改善低溫貯藏後玫瑰切花品質的目的。

參考文獻

1.洪法水、超海泉。1999。$CaCl_2$ 對月季切花衰老的影響。園藝學報 26(1): 62-64。

2.Borochov, A., S. Torre, and A. H. Halevy. 1999. Calcium regulation of senescence in rose petals. Physiol. Plant. 107: 214-249.

3.Cheour, F., J. Makhlouf, and C. Willemot. 1992. Delay of membrane lipid degradation by calcium treatment during cabbage leaf senescence. Plant Physiol. 100: 1656-1660.

4.Cheverry, J. L., J. Pouliquen, H. L. Guyader, and P. Mareellin. 1988. Calcium regulation of exogenous and endogenous I-aminocyclopropane-1- carboxyilc acid bioconversion to ethylene. Physiol. Plant. 74: 53-57.

5.Faragher, J. D. and S. Mayak. 1984. Physiological response of cut rose flowers to exposure to low temperature: changes in membrane permeability and ethylene production. J. Exp. Bot. 35: 965-974.
6.Faragher, J. D., E. Wachtel, and S. Mayak. 1987. Changes in the physical state of membrane lipids during senescence of rose petals. Plant Physiol. 83: 1037-1042.
7.Faragher, J. D., S. Mayak, and T. Tirosh. 1986. Physiological response of cut rose flowers to cold storage. Physiol. Plant. 67: 205-210.
8.Faragher, J. D., S. Mayak, T. Tirosh, and A. H. Haylevy. 1984. Cold storage of rose flower: effects of cold storage and water loss on opening and vase life of 'Mercedes' roses. Sci. Hortic. 24: 369-378.
9.Goszczynska, D. M. and R. M. Rudnicki. 1988. Storage of cut flower. Hort. Rev. 10: 35-62.
10.Halevy, A. H. and S. Mayak. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flowers, Part 1. Hort. Rev. 1: 204-236.
11.Rudolph, A. S., J. H. Crowe, and L. M. Crowe. 1986. Effects of three stabilizing agent-proline, betaine and trehalose-on membrane phospholipids. Arch. Biochem. Biophys. 245: 134-143.
12.Song, C. P., H. S. Mei, and Y. L. Cheng. 1992. Effects of calcium on the generation of superoxide free radical and the conversion of ACC to ethylene by wheat chloroplasts. Acta physiologica sinica 18: 55-62.
13.Thompson, J. E., S. Mayak, M. Shinitzky, and A. H. Halevy. 1982. Acceleration of membrane senescence in cut carnation flowers by treatment with ethylene. Plant Physiol. 69: 859-863.
14.Tonecki, J., A. J. Lukaszewska, and N. Gorin. 1989. Effect of L-proline, 1-hydroxyproline and gamma-amino butyric acid on vase life of cut ‘Sonia’ roses. Gartenbauwisseneschaft 54: 82-85.
15.Van Doorn, W. G., P. Abadie, and J. M. B. Peter. 2002. Alkylethoxylate surfactants for rehydration of roses and Bouvardia flowers. Post. Biol. Tech. 24: 327-333.
16.Van Doorn, W. G., P. Caroline, and J. J. Charles. 1993a. Effects of surfactants on the vascular occlusion induced by exposure to air in cut flowering stems of Astibe, Bouvardia, and rose. J. Plant Physiol.141: 251-253.
17.Van Doorn, W. G., R. J. Perik Rene, and J. M. B. Peter. 1993b. Effects of surfactants on the longevity of dry-stored cut flowers stems of rose, Bouvardia, and Astilbe. Post. Biol. Tech. 3: 69-76.

Effects of Chemical Pretreatment on the Senescence Physiology of Cut Rose after Dry Cold Storage

Ruey-Song Lin, Mei-Hsiu Kuo
Professor and Graduate Student,
Department of Horticulture, National Chung-Hsing University.

Summary

Cut flower of *Rosa Hybrida* L. cv. 'Nobless' was studied to investigate the crucial aging mechanism after dry cold storage to improve the deteriorated damage cold storage flowers resulted from disorder physiological changes of cut roses. The cut flowers pulsed with 100 ppm Agral-LN, could only maintain its fresh weight at the early stage in vase. Cut rose pulsed with 10 mM proline and 10 mM $CaCl_2$ could enhance the water uptake capability and promote the flower opening after cold storage. The cold storage cut roses existed membrane characteristic changes, increase of ethylene production and electrolyte leakage. Consequently, flowers pulsed with $CaCl_2$, the ACO activity could be inhibited significantly, the ethylene production could be reduced, and the membrane microviscosity was less than no treatment had. As a result the cut flowers handled with 8°C storage could delay the increase trend of microviscosity and its pattern was similar to that cut roses handled with 4°C storage. In terms of stability of membrane integrity through delayed membrane microviscosity on rising trend, the accomplishment of quality improvement of flowers which suffered cold stored came true.

Key words：cut rose, senescence physiology, membrane microviscosity, ethylene

立即吸水與漂白水預措處理對玫瑰切花開放及垂頸之影響

陳彥睿
行政院農業委員會台中區農業改良場助理研究員

摘　要

試驗一係針對國內玫瑰切花容易發生開放不完全進行改進，以國內大宗切花‘佳娜紅’、‘新香檳’二品種試驗，以立即吸水及陰置 1~4 小時後再吸水共 5 項處理，結果以立即吸水組獲得較好的開放程度，兩品種在第 3 天有 90%以上的全開放程度。試驗二以‘佳娜紅’、‘黛安娜’二品種爲材料，發現在田間採收後以漂白水 200ppm 處理可明顯地減少垂頸現象，有助於提昇切花之品質，由於此二項試驗之方法均簡易可行，可推薦農民使用。

關鍵字：玫瑰、垂頸、吸水、開放度、漂白水

前　言

花卉是國際化的產業，而台灣花卉業界已發展至嚴苛的臨界點，若不求提昇很容易就被國際市場所淘汰，國內花卉需求量不大，爲提昇產業的競爭力，勢必要發展外銷，台灣位處要津，擁有大陸、日本、韓國、新加坡、香港及東南亞市場等地利之便，尤其在冬春季時氣候溫和是花卉栽培之理想地區，目前國內花卉栽培面積已超過一萬公頃，對國內市場而言，恐有過剩之虞，若能將國內品質優良、物美價廉之花卉運銷至國外，不但可減少內銷市場之壓力，而且可增加農友收入，更能讓花卉產業在國際市場上佔有一席之地。由於過去農民偏重於生產技術之改進，而對於採收後處理技術之忽略，常使品質無法提昇，商品價值不高，爲拓展及因應未來國際花卉產業之競爭力，因此本研究針對中部地區重要切花玫瑰之保鮮技術予以研究改進。

垂頸及開放不完全是玫瑰切花最主要的問題，如何能在消費者手中享有盛開的玫瑰花，是玫瑰切花最基本的要求，也是全球化競爭必備的條件(陳,2001)。國內在冬春季冷涼氣候時，玫瑰花頗爲艷麗，極具競爭潛力(陳,2003)，而如何將新鮮的玫瑰花運送至國內外消費者手上，甚至能打開外銷的管道爲當前玫瑰切花產業所面臨的重要課題。

材料與方法

本研究可分爲二部份，試驗一是將玫瑰切花‘佳娜紅’(Grand Gala)、‘新香檳’(Versilia)兩品種於採收後依離水時間分爲(1)立即吸水，(2)離水 1 小時，(3)離水 2 小時，(4)離水 3 小時，(5)離水 4 小時，共 5 種處理，花朵來自草屯鎮花卉生產合作社(草屯鎮墩煌路)，每處理 10 朵花共 3 重覆，計算其開放程度百分比並加以平均值列出，時間爲 93 年 6 月採收後 1~3 天調查其開放程度予以列出；開放程度分別爲三級，稍有開放爲 1 級、已開放爲 2 級、盛開爲 3 級。

試驗二是將玫瑰切花‘佳娜紅’ (Grand Gala)、‘黛安娜’(Noblesse)兩品種於田間處理殺菌劑 2 小時(漂白水；次氯酸鈉)，共有 4 項處理(1)0ppm NaOCl(2)25ppm NaOCl(3)50ppm NaOCl(4)200ppm NaOCl，採收後 4~8 天視其垂頸情形予以列出其值，每處理 10 支共 3 重覆，花朵來自草屯花卉合作社，時間 93 年 6 月。

結果與討論

表一'佳娜紅'品種於採收後第 1 天，立即吸水組可得到很好的開放程度有 40%爲 2 級、40%爲 3 級、未開放者 1 級只佔 20%，其餘 4 組未立即吸水者未開放均佔 50%以上，有一半未開放。甚至到第 2 天除了立即吸水組及陰置 1 小時外，其餘 3 組也有一半未開放。到了第 3 天立即吸水組只有 10%未開放外，其餘已全部開放。在'新香檳'品種此一情形更爲明顯，立即吸水組在第 2 天已能完全開放，達到 3 級盛開程度，而陰置 4 小時組仍有 65%未能開放，因此在本試驗中顯著地表現出，玫瑰切花採收後，如能在第一時間內立即吸水，對切花開放程度將有非常明顯地促進開放之效益。

表一、立即吸水與離水時間對玫瑰切花開放程度之影響
Tablel：The effect of water uptake timing on opening of cut Rose.

		First day			Second day			Third day		
Variety	Water uptake timing	1 級 (%)	2 級 (%)	3 級 (%)	1 級 (%)	2 級 (%)	3 級 (%)	1 級 (%)	2 級 (%)	3 級 (%)
Grand Gala	Immediately	20.0	40.0	40.0	10.0	25.0	65.0	10.0	15.0	75.0
	After1hr	55.0	10.0	35.0	35.0	30.0	35.0	35.0	30.0	35.0
	After2hrs	65.0	25.0	10.0	65.0	25.0	10.0	65.0	25.0	10.0
	After3hrs	65.0	20.0	15.0	55.0	30.0	15.0	55.0	30.0	15.0
	After4hrs	50.0	40.0	10.0	50.0	35.0	15.0	50.0	35.0	15.0
Versilia	Immediately	5.0	15.0	80.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0
	After1hr	40.0	25.0	35.0	15.0	15.0	70.0	0.0	0.0	100.0
	After2hrs	40.0	40.0	20.0	15.0	15.0	70.0	15.0	15.0	70.0
	After3hrs	40.0	45.0	15.0	20.0	15.0	65.0	10.0	25.0	65.0
	After4hrs	65.0	25.0	10.0	60.0	15.0	25.0	55.0	20.0	25.0

國內花農甚多習慣性將花朵切下採收後，捆把到集貨場再行吸水處理，甚至不吸水，因此導致在花卉市場不開放比例甚高(陳,2001)，對消費者而言買到不開放的玫瑰，將它判定爲劣質的玫瑰，花卉品質外觀應由消費者來判定，因爲消費者是最後的顧客(Halevy,1989)。消費者看到花卉的開放程度及瓶插壽命。由於玫瑰在採收時必需是含苞待放，因此一般生產者遠離市場對市場是無法直接面對的。Halevy (1989)花卉的品質有七項主要因素 1.形狀 2.顏色 3.香味 4.莖部要直又壯但又不能太粗 5.葉片乾淨沒有病蟲害的傷痕，也不能容易碎破的 6.瓶插壽命 7.開放程度。依據本試驗之結果玫瑰切花後立即吸水是對玫瑰開放程度有正面之效果。

表二爲'佳娜紅'品種在田間採收預措漂白水(次氯酸鈉)，若以較高濃度 200ppm 處理組，到第 8 天仍未有垂頸之現象，但若未加任何殺菌劑的自來水處理組，則在第 7 天有 11.1%的垂頸率，到了第 8 天則迅速增至 55.6%的垂頸率。在'黛安娜'品種若未加漂白水則發生垂頸的現象更是明顯，在第 7 天已有 66.7%，到了第 8 天已全部垂頸，其餘各組則祗有 44.4%的垂頸率，可見本試驗中添加漂白水甚有助於減少垂頸之發生。Clerkx(1989)在含菌類 10^{8}/ml

的溶液放入玫瑰及非洲菊瓶插液中，促進玫瑰非常迅速的萎凋，可見玫瑰的萎凋垂頸與菌類滋生息息相關。Put(2001)玫瑰切花莖部以電子顯微鏡(5000x)予以觀察木質部導管組織阻塞的物質有(1)細菌類的粒子(2)微粒狀物質(3)大分子物質(4)果膠酵素(5)生理的逆境作用。Put (2001)將檸檬酸加入後 pH＝3 可以減少微小分子及細菌的胞壁在木質部的導管，pH＝3 高酸度的溶液有驅逐菌類，大份子化合物、小份子化合物等之反應。低 pH 值較高 pH 值效果好。Put (2001)加入硫酸鋁於含 1：100 菌類烯釋液後可較未加者瓶插壽命由 3.5 天延長至 7 天，且花苞開放程度增加一倍，由原先 3 級可至 6~7 級。

表二、田間預措處理對玫瑰切花垂頸率之影響

Table2：The effect of pretreatment of bleaching agent on bent neck of cut Rose.

Variety	Treatments	Days after harvest				
		4	5	6	7	8
Grand Gala	0ppm NaOCl	0	0	0	11.1	55.6
	25ppm NaOCl	0	0	0	11.1	33.3
	50ppm NaOCl	0	0	0	0	11.1
	200ppm NaOCl	0	0	0	0	0
Noblesse	0ppm NaOCl	0	0	0	66.7	100
	25ppm NaOCl	0	0	0	0	44.4
	50ppm NaOCl	0	0	0	0	44.4
	200ppm NaOCl	0	0	0	0	44.4

國內目前玫瑰之包裝除紙箱外，也有用立式容器含水運輸，讓玫瑰切花不離水，但除了加水外，再添加殺菌劑(漂白水)處理更可以獲得較好品質，減少垂頸之發生，本試驗之結果可供國內切花業界、花市、運輸業界之參考。

參考文獻

1.陳彥睿。2001。從花展中談世界的玫瑰品種。台灣花訊雜誌 90(11)：7~9。

2.陳彥睿。2003。台灣玫瑰產業分析。台中區農情專訊 42：11~14。

3.Clerkx A. C. M., A. Boekstein and H. M. C. put. 1989 Scanning electeron microscopy of the stem of cut flowers of Rosa Cv. Sonia and Gerbera cv. Fleur. Acta. Horticurae. 261：97~105.

4. Halevy A. H. 1989 Objective and subjective paremeters of quality evaluation of cut flowers.Acta. Horticulturae. 261：227~231.

5.Mayak, S., A. H. Halevy, S. Sagie, A. Bar-Josef and R. Bravdo. 1974. The water balance of cut rose flowers Physiol. Plant. 32：15~22.

6.Put H. M. C and D.J. D. Rutgers 2001 Anatomy of cut Rosa xylem observed by scanning electron microscope. Acta. Horticulturae. 547：331~339.

Effect of Water Uptake Immediately after Harvest and Bleaching Agent on Opening and Bent Neck of Cut Rose

Yann-Ray Chen
Assistant Researcher, Taichung district Agricultureal Research and Extension Station

Summary

Two experiments related with flower opening and bent neck of cut roses were conducted. In 1st experiment, 50% of cut flowers that were put in shading house 2-4 hours and then absorbed water failed to open. The flower wilting phenomenon improved if cut flower absorbed water immediately after harvest. Ninety percent of cut flower opened on 3rd day if flowers were handled properly. Bent neck phenomenon decreased when 200ppm bleach was used as preservative . The results of two experiments could be easily transfer to growers to improve post-harvest handling and cut flower quality.

key words：rose, bent neck, water uptake, opening, bleaching agent

火鶴花海運外銷處理技術之應用

王裕權 [1] 林棟樑 [2] 王仕賢 [3] 張元聰 [4] 張錦興 [5]
行政院農委會台南區農業改良場助理研究員 [1]、副研究員 [2]、研究員兼作物改良課課長 [3]、
助理研究員 [4]、副研究員 [5]。

摘 要

火鶴花(*Anthrium andraeanum* Lindl.)為天南星科（Araceae）佛燄屬（*Anthurium*）原產於中、南美等熱帶地區，民國 92 年，台灣地區栽培總面積為 137 公頃，主要生產地區南投埔里、台中豐原、嘉義民雄與盧厝、台南六甲與佳里、屏東鹽埔等地。民國 88 年以前火鶴花主要市場仍以國內市場為主，而外銷僅佔 20%，外銷總量為 30 萬支。台南區農業改良場自民國 90 年成功研發火鶴花採後保鮮處理及海運運輸條件。93 年度台灣火鶴花外銷日本市場總量已達 700 萬支，較 90 年成長 200%，銷售金額達 240 萬美元，為日本市場中最大輸入國。

前 言

火鶴花(*Anthrium andraeanum* Lindl.)為天南星科（Araceae）佛燄屬（*Anthurium*）原產於中、南美等熱帶地區，火鶴花其代表的花語為燃燒的心、熱情、關懷、衷心的祝福，為情人節、畢業季等重要節日之表徵花卉之一，深受國人喜愛。民國 92 年，台灣地區栽培總面積為 137 公頃，主要生產地區台南六甲與佳里、嘉義民雄與盧厝、南投埔里、屏東鹽埔、台中豐原等地。栽培品種以邱比特(Tropical)、夢幻(Fantasia)、天使(Paradiso)、粉新娘(Sonate)、青紅心(Pistache)、朋友(Amigo)等數個品種為主，以簡易雙重水平網室，並有自動噴灌系統進行栽培。

台灣地區栽植火鶴花切花，近年來因品種選擇、栽培技術、包裝運輸及採收後處理等技術之進步，火鶴花之切花品質及瓶插壽命有明顯提昇，深受消費者喜好。但由於栽培面積有逐漸增加趨勢，造成國內拍賣市場價格壓力，農民才開始正視外銷市場的拓展，初期以空運為主，但是由於空運費用高，且供應量及品質不穩，造成農民利潤低而影響外銷意願。本場自 90 年起配合農委會政策組成台南區花卉策略聯盟，積極整合轄區花卉產銷班，以開拓外銷市場、提昇國際競爭力為主。91 年起更輔導六甲鄉火鶴花產銷班，進行海運外銷處理，降低運輸成本，成功的拓展日本市場。本文將以輔導六甲花班火鶴花海運外銷為例，介紹火鶴花海運外銷現況及處理技術。

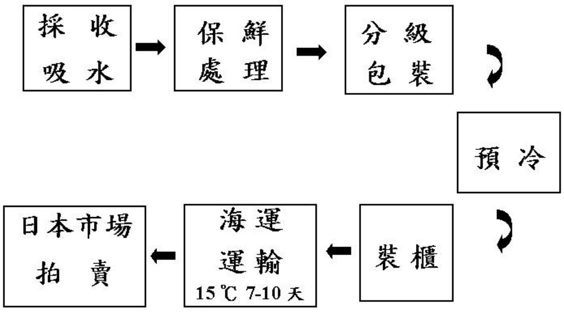
海運外銷前產銷概況

民國 88 年以前火鶴花主要市場仍以國內市場為主，而外銷僅佔 20% ，外銷總量為 30 萬支，民國 88 年以後，由於國內市場漸趨飽合，即使栽培面積不再增加，市場價格仍然愈來愈低，因此業者努力在擴展外銷市場，由 89 年起逐年增加，至 90 年達 296 萬支，在日本市場已佔布一席之地，但均以空運外銷為主，火鶴花空運運輸成本每支約需 10 元，且由於大包裝處理（每箱以 20-40 支包裝），市場到貨品質不穩定，拍賣價格不高，農民實際所得利潤亦不高，因此利用海運運輸來降低成本以提高收益及外銷量已成為擴展外銷市場重要的課題。

火鶴花外銷採後處理流程及保鮮技術

爲進行以海運運輸來降低運輸成本及提高出口量，本場自 90 年積極進行火鶴花採後保鮮處理及海運運輸條件之探討，因而訂定火鶴花海運外銷採後處理流程如圖一，並詳述如下：

圖1.火鶴花外銷採收處理流程



1.採收及吸水處理作業

火鶴花其肉質花序由基部開始達 1/2 至 2/3 變色，佛焰苞片展平、色彩鮮明，即爲採收之適當成熟度。過晚或過早採收均會嚴重影響將來的瓶插壽命。

火鶴採收方式，可用手直接自基部摘取，再用刀斜切除花莖基部膨大處，可減少母株受細菌感染機會。採收後應儘快將切花插於清水中，以避免失水。火鶴花也可以刀子剪切方式進行採收，採收 3 至 5 支後，應將刀放入酒精濃度 70%內消毒 1 分鐘以上，可減少母株間病原菌的傳染，現行的作法是備用多支刀子與消毒桶，一支刀子使用後消毒，另換一支刀子輪替使用，以減少感染。火鶴花之佛焰苞若因落塵太多影響外觀，需要以清水淋洗乾淨之後在自然通風下陰乾。火鶴花之佛焰苞容易在採收或清洗過程中，發生機械傷害，貯運過程中會出現褐黑色折痕，因此採收、集花、清洗時，應避免機械傷害。

切花於田間等待分級前插水，其水質最好使用自來水，因自來水中含氯之成分具有殺菌效果，可減少花莖切口處因細菌的感染而降低瓶插壽命。爲增加殺菌效果，亦可再加入 50ppm 次氯酸鈉殺菌，同時集貨之吸水容器應儘量每天以漂白水清洗消毒。

2.保鮮處理

切花於分級包裝前，除了隨時注意吸水容器及水質之清潔衛生外，可使用台南場開發之“火鶴花保鮮劑”噴施處理，處理後之切花經 10 天模擬海運運輸後，”邱比特” 品種，瓶插壽命可由原來的 12 天延長至 18 天，雙色品系”朋友”等則由 21 天延長至 27 天，明顯延長貯運後瓶插壽命，可有效解決海運時，長時間運輸後瓶插壽命變短情形。

3.分級包裝

分級前去除不良品後，單朵花套上塑膠套防止貯運期間苞片失水及擦傷。花朵套袋完成後，需將花莖插入套管內，由於運輸時間長達 7~10 天，因此套管改爲 10 cc容量，較一般空運使用的量增加一倍。依品種、品質、花徑大小包裝。花面重疊勿超過 1/3，花莖以朝一邊整齊排放爲佳，花莖中間以膠帶固定於箱面，以避免苞片發生擦壓傷。每箱爲 8～12 支包裝（依花莖大小而定），避免包裝數量過多，造成苞片間擠壓影響品質。

4.預冷

產品包裝完後，儘快進入冷藏庫中預冷，即利用冷藏庫之低溫使產品降溫保鮮。預冷庫溫度設爲 15℃的安全溫度，不同品種對低溫的忍受度不同，對低溫敏感的品種，溫度低

於 12℃即可能有苞片褐變的寒害情形發生。另產品入庫堆放時，應注意不可有冷風循環死角，造成溫度不均情形，通常此時在近冷風機部位產品會有寒害情形發生，而距冷風機較遠部位則可能因溫度過高而降低品質。預冷時間最好有 4 小時以上，如果未先行預冷即裝入貨櫃中運輸，即使用冷藏貨櫃運輸亦不能確保在最佳溫度下貯運，進而可能影響其到貨品質。

5.運輸條件

火鶴花於運輸前，置於冷藏庫中暫存，集貨完成後再以冷藏貨櫃運輸，冷藏貨櫃溫度設為 15℃。以目前的產量（六甲花班及其協力產銷班），每週出口 1~2 櫃的量，即每櫃需 2~3 天的集貨期，加上 5 天的船運期，到日本後再加上 1~2 天的發貨期，因此最長要有 10 天以上的保鮮貯運期。目前的主要外銷品種以 15℃冷藏貨櫃經 10 天模擬運輸後仍有 7~15 天的瓶插壽命（依品種而定）。溫度低 12℃以下部份品種（如邱比特等）易有寒害現象出現，縮短瓶插壽命，溫度升高則易失水及失去品質。

海運外銷概況

90 年度起火鶴花海運外銷生產與貯運技術輔導以六甲鄉火鶴花產銷班為主，生產總面積（包括其他鄰近產銷班）合計 28 公頃，外銷品種及其佔有比例為；邱比特(tropical)佔 30 % 、朋友(amigo)佔 25% 、青紅心(pistache) 佔 30% 、其他品種佔 15% 。外銷合格率約為 60-65 % 。由圖 2 顯示，91 年度台灣火鶴花外銷日本市場總量已達 480 萬支較 90 年成長 38.3%，銷售金額達 190 萬美元，為日本市場中最大輸入國，其中利用海運外銷量預估有 170 萬支左右，佔整體銷售量的 35.4% ，約略等於全年成長量。在六甲火鶴花產銷班方面，海運外銷量為每週出貨一次，每週平均出貨 4 萬支，91 年全年外銷量約 120 萬支，較 90 年成長 4 倍，班員總收益金額達一千九百萬元。93 年度已達 295 萬支，約佔全國出口量的 40%。

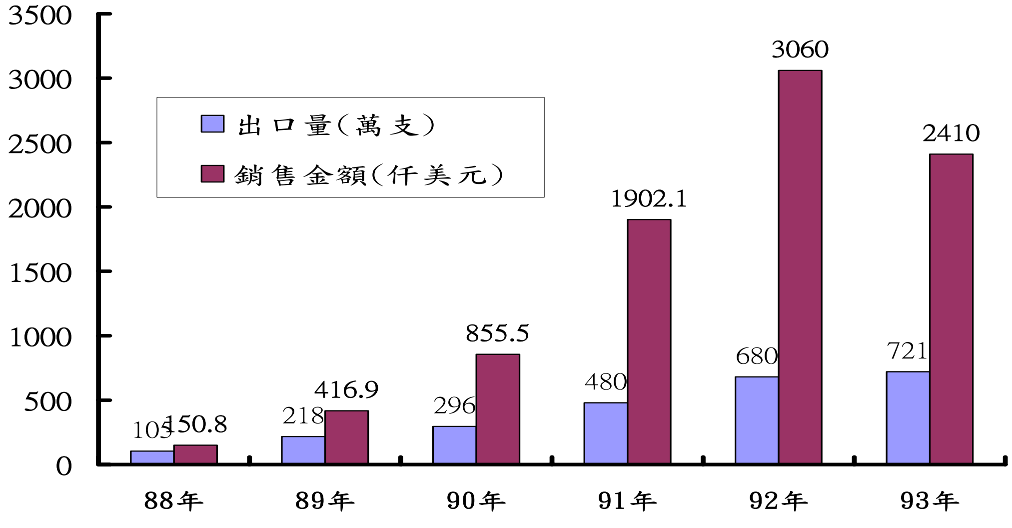


圖 2. 88-93 年火鶴花切花外銷日本市場數量及金額

表 1. 火鶴花空運、海運成本優缺點比較

改進項目	空運運輸	海運運輸	優缺點
運輸費用	每支 10 元	每支 6 元	降低運輸成本。
包裝	每箱 20 支以上	每箱 10-12 支	雖增加包裝成本，但因減少損傷，拍賣價格提高。
火鶴花保鮮劑處理	無	有	增加瓶插壽命 6 天以上，有利海運運輸。
套管	5 cm	10 cm	增加成本，但增加保水能力可提高產品到貨品質。
抑菌劑（套管中）	無	有	減少莖切口感染褐變，及避免雙色品種苞片黃化。
運輸量	依體積而定	每櫃(40 呎) 2.8 萬支	空運機動性高，運輸時間短，但運費高。海運可降低 40%運費，每次運輸量大，但運輸時間長。
農民意願	利潤低意願低	意願高	成本降低

結 論

由以上概況，比較火鶴花的空運與海運外銷的優缺點(表 1)，海運技術的成功應用主要爲 1.降低運輸成本，由每支 10 元，降爲 6 元，節省 40%的運費。2.改善包裝，雖然略爲增加包裝費用，但明顯降低產品受傷情形，提升產品拍賣價格。3.保鮮技術提高，由於火鶴花保鮮劑及抑菌劑的應用，使的切花品質提升，加上業者的宣傳及品牌的建立，使得台灣火鶴花在日本市場的比例逐漸提高，預估今年將佔日本市場火鶴花進口量的 60% 以上，是繼菊花、文心蘭等切花之後攻佔日本的主要商品，台灣火鶴花在日本市場雖然量增加很多，但仍維持在合理的價位。除了生產外銷的產銷班員獲利增加外，同時造成國內火鶴花價格回穩，舒解內銷市場的壓力，海運保鮮技術的開發，已成功的將台灣火鶴花在日本市場佔有率提昇到 50% 以上，外銷金額則呈倍數成長。今後將朝擴大策略聯盟生產面積、生產技術改進、品種更新、周年穩定供貨等方向努力，達成年出口量 600 萬支以上之目標。

參考文獻

1. 李哖。1975。切花之採收後生理。中國園藝 21(5): 211-221。
2. 邱基碩。1992。遮蔭處理對火鶴花植株生長及切花瓶插壽命之影響。國立中興大學園藝學系碩士論文。pp. 89。
3. 陳子文、林瑞松。1996。不同貯藏溫度對火鶴花切花寒害表現及品質之影響。中國園藝 21: 133-150。
4. 張錦興、林棟樑。1999。薑荷花切花瓶插壽命與貯藏條件之研究。中國園藝 45(1): 65-74。
5. 黃肇家、陳雪姿、王自存。1995。貯藏溫度與藥劑處理對蝴蝶蘭切花品質之影響。中華農業研究 44(4): 439-455。
6. 農業統計年報。2003。行政院農業委員會編印。p. 122。
7. Akamine, E. K., and T. Goo. 1981. Controlled atmosphere storage of Anthurium
8. Dufour, L. and Guerin, V. 2003. Growth, developmental features and flower production of Anthurium andreanum Lind. in tropical conditions. Scientia Horticulturae,, vol. 98, no. 1, p. 25-35.

9. Higaki, T. and R. T. Poole. 1978. A media and fertilizer study in anthurium. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100 1):98-100.
10.Nakasome, H. Y. and H. Kamemoto. 1962. Anthurium culture, with emphasis on the effects of some induced environments on growth and flowering. Hawaii Agr. Expt. Sat. Cir. 53.

圖 3.肉質花序有 2/3 轉色爲最佳採收成熟度

圖 4.田間分級及插水預措

圖 5.清洗苞片

圖 6.保鮮劑處理(左)有較佳瓶插壽命

圖 7.加大套管可防止失水及切口褐變

圖 8.抑菌劑處理(左)可防止 Amigo 品種切花黃化

圖 9.海運外銷精緻包裝

圖 10.海運外銷裝櫃情形

1-MCP 與‘農試文保一號’之處理方法以及對外銷文心蘭切花保鮮之效果

黃肇家 [1] 黃慧穗 [2] 蔡金玉 [2]
行政院農業委員會農業試驗所副研究員 [1]、約用助理 [2]

摘 要

台灣文心蘭切花生產力旺盛，近年來外銷量佔世界第一位，其中良好的採後處理有很大的關係。目前外銷文心蘭切花的保鮮方法爲使用甲基環丙烯(1-methylcyclopropene 1-MCP)燻蒸配合‘農試文保 1 號’保鮮劑預措以及在保鮮管內保鮮處理，這方法可使切花運輸後瓶插壽命增加，也使切花可以經由海運出口。本研究探討這個處理對切花鮮重、吸水率之影響以及 1-MCP 燻蒸之適當溫度以及處理時間。結果顯示有經過上述保鮮處理之切花，經模擬運輸後，瓶插時切花吸水率下降緩慢，比對照組維持較高的吸水率；切花鮮重亦維持在較高的重量，而蒸散率則和對照組相似。表示保鮮處理之作用在於維持文心蘭切花較高的吸水率及較高的鮮重。文心蘭切花以 1-MCP 在 10℃、20℃、28℃下各燻蒸 2、4、8、12 小時，經模擬貯運後，對照組之瓶插壽命爲 6.1 日，而所有的處理組都在 9-11 日左右，處理組之各處理之間無明顯的差異。表示 1-MCP 燻蒸時溫度不必降到很低，只要有一般的冷氣機即可。而燻蒸時間由 2 小到 12 小時皆可，因此一天要處理多次，每次燻蒸 2 小時即可，對小包裝場要大量處理很有幫助。反之於夜間燻蒸則可在封庫開始燻蒸後，操作員即可離開，因此使用方便性極高。在 9 個使用本技術之專業外銷處理場抽樣調查，有保鮮處理的切花經模擬運輸後瓶插壽命比未處理之對照組提高 40%以上。在日本的抽樣調查顯示未處理之切花瓶插壽命爲 4-5 日，而有上述保鮮處理之切花瓶插壽命則有 7 日，表示外銷文心蘭切花作好保鮮處理極爲重要。

關鍵字：文心蘭、採後處理、貯運、外銷

前 言

台灣因爲氣候適合，栽培技術良好，在露天下以遮光栽培就能生產高品質的文心蘭切花。這些文心蘭切花在民國 84 年左右就開始有外銷，在外銷處理過程，從田間插水，帶水運輸到分級、包裝，皆儘可能以理想的方式進行，出口數量年年增加，但出口後品質並不理想，瓶插壽命短是最普遍的問題。經研究得知文心蘭切花老化受花藥蓋脫落所誘發，本身含有之養分低也致使壽命短，外來乙烯亦會加速花朵老化(黃 1998)。此外以空運出口，在夏秋盛產期所生產的切花需在高溫下運輸，品質劣化問題很多，包括花朵腐爛、花莖潰爛等。農試所經多年研究，找出以 1-MCP 燻蒸配合‘農試所文保 1 號’處理之方法，有效的提高外銷後之瓶插壽命，並使海運成爲可行(黃 2002，黃等 2003)。本技術尚可提高文心蘭切花在日本受殺蟲燻蒸處理之耐性以維持較好之品質(黃等，2003)。至於以 1-MCP 燻蒸配合‘農試所文保 1 號’處理之保鮮方法對切花經貯運後切花生理之影響例如吸水率以及水分保持等一直沒有探討，對於使用 1-MCP 適合的溫度以及燻蒸的時間亦未研究，本文將提出測定報告，另外對於商業化出口處理場實際使用之效果亦一併報導。

材料與方法

1.材料與處理

試驗用材料都取自專業外銷生產班，處理流程如下：田間採收插水→包裝場分級捆把→插農試文保 1 號→燻 1-MCP→次日裝保鮮管，內含'農試文保 1 號'→裝箱。之後切花再經過模擬運輸，模擬空運爲裝箱後在常溫(23-28℃)置放 3-4 日，模擬海運爲裝箱後在 11-12℃下置放 7-9 日。

2.切花瓶插壽命、吸水率及鮮重變化之測定

切花經模擬運輸後，在 20℃下插水調查瓶插壽命及花朵品質，切花瓶插壽命以切花主枝上之花朵及花苞總數之一半萎凋之日數爲壽命終結日，或是切花品質由最高之 10 分降到 5 分之日數。

吸水率等之測定方法如下：

吸水率 ml/100g FW/日=(前次試管水量-當日試管水量)/原始花重×100/日數。

鮮重變化(%/日)=(當日花重-前次花重)/原始花重×100/日數。

蒸散率(%/日)=【(前次試管水量-當日試管水量) - (前次花重-當次花重)】/原始花重×100/日數。

3.1-MCP 燻蒸試驗

切花裝在體積約 1 立方米之壓克力箱內，放入一個燒杯，內含美國進口之 1-MCP (Ethyl Block) 0.4g/m^3，於加入水後立即密封，處理時間由 2 小時到 12 小時，處理溫度爲 10℃、20℃、28℃，其他保鮮處理及模擬運輸皆如 1.所述。對照組則未有 MCP 或'農試文保 1 號'處理。

4.實際外銷處理之效果

文心蘭切花外銷採用本技術處理的包裝處理場目前有 9 個場，其處理量佔台灣總出口量之 75%以上，其處理之切花每一年都會取樣，在農試所經模擬運輸後測定瓶插品質及壽命。國外瓶插壽命之調查則由日本進口公司在不同拍賣市場逢機抽樣，攜回公司瓶插自來水，調查瓶插壽命。

結　果

一、1-MCP 及'農試文保 1 號'處理對切花瓶插品質、壽命及吸水率之影響

文心蘭切花以 1-MCP 及'農試文保 1 號'處理後，經模擬空運後，瓶插時切花品質緩慢下降，瓶插壽命爲 10.5 日(圖 1)，未處理的對照組切花品質下降快得多，瓶插壽命爲 7.1 日，處理組切花經模擬海運瓶插壽命爲 12.5 日，對照組爲 7.1 日。

文心蘭切花經模擬外銷運輸後，瓶插時切花吸水率很快的下降，1-MCP 及'農試文保 1 號'處理使切花吸水下降緩慢，並維持在較高的吸水率(圖 2)。切花鮮重變化也是有處理者維持在較高的鮮重(圖 3)。切花蒸散率則處理組和對照組相似(圖 4)。

二、1-MCP 燻蒸之適當溫度及時間

1-MCP 燻蒸在兩次試驗結果皆相似，以其中 1 個試驗之結果爲例，切花以 1-MCP 在 10℃、20℃、28℃下各燻蒸 2 小時、4 小時、8 小時、12 小時，經模擬貯運後，瓶插壽命大都在 9-11 日，而無處理（未有 MCP 或'農試文保 1 號'處理）的對照組瓶插壽命則爲 6.1 日(表 1)。由於處理組內之各個處理間皆無明顯的差異，表示在這些溫度下(10 至 28℃)處理 2 至 12 小時皆是可行。

三、實際外銷處理之效果

以 93 年度測定之結果爲例，所有專業出口處理場有保鮮處理的切花經模擬運輸後

瓶插壽命平均比未處理之對照組提高 40%(表 2)，有一部分處理場處理之切花瓶插壽命沒有提高 40%，是因爲其對照組切花之瓶插壽命已很高(6 日以上)，而處理組切花之壽命已長達 8 日以上，符合日本之需求。另外有兩個處理場沒有達到提高 40%之標準，經改善作業，重新操作後經測試有達到要求。

在日本抽樣調查的結果，未經上述處理之切花瓶插壽命很短，只有 2-4 日(表 3)，經 1-MCP 及‘農試文保 1 號’處理之切花瓶插壽命則皆有 7 日。

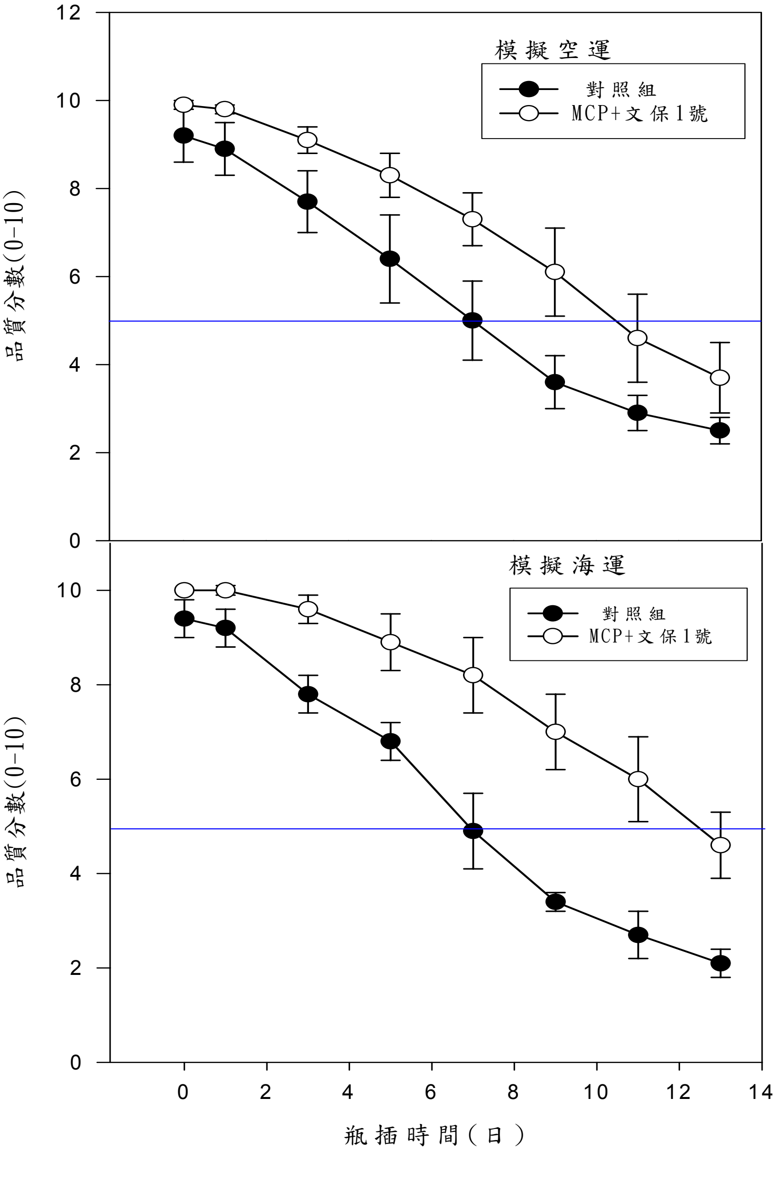


圖 1. 1-MCP 及‘農試文保 1 號’處理對文心蘭切花經模擬空運(23-28℃ 3-4 日) 及海運(11-12℃ 7-9 日)後瓶插品質之影響

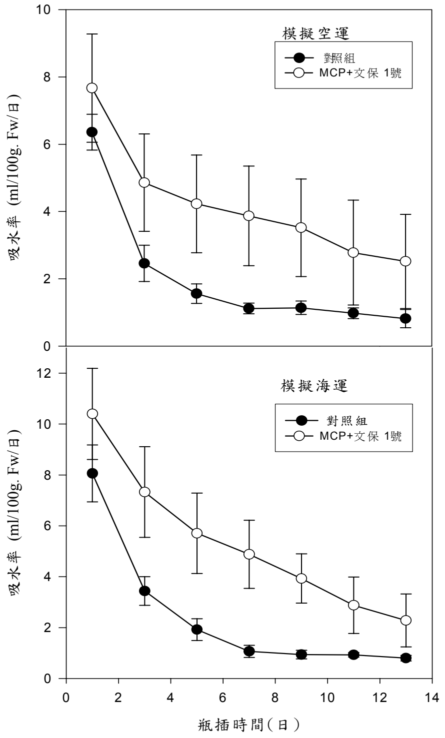


圖 2. 1-MCP 及‘農試文保 1 號’處理對文心蘭切花經模擬空運(23-28℃ 3-4 日) 及海運(11-12℃ 7-9 日)後瓶插時吸水率之影響

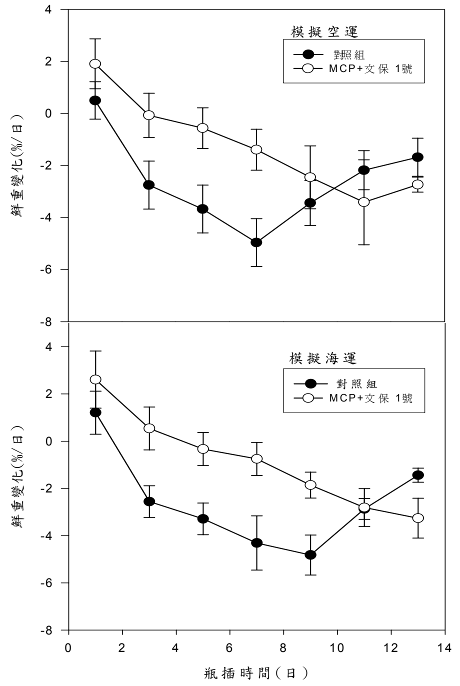


圖 3. 1-MCP 及‘農試文保 1 號’處理對文心蘭切花經模擬空運(23-28℃ 3-4 日) 及海運(11-12℃ 7-9 日)後鮮重變化之影響

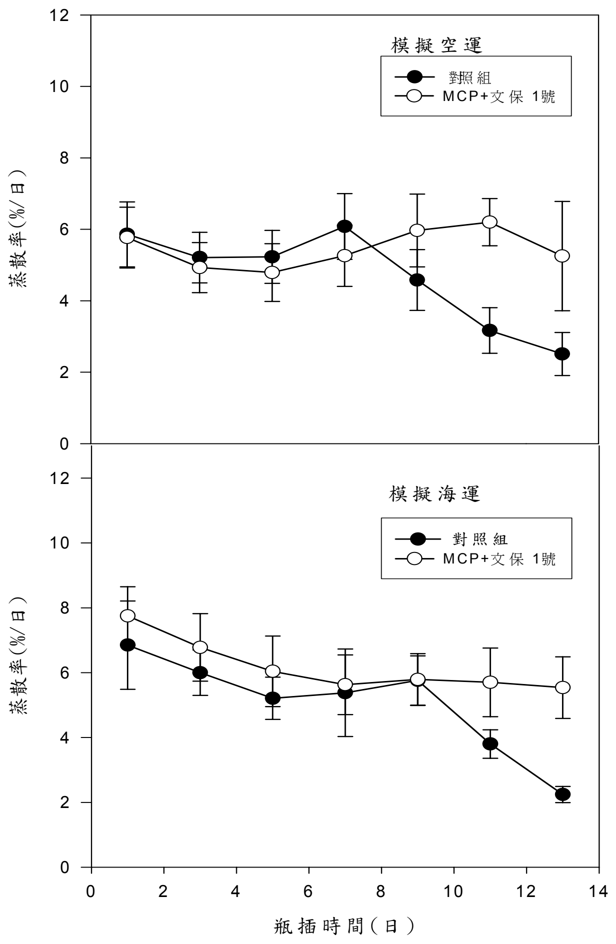


圖 4. 1-MCP 及‘農試文保 1 號’處理對文心蘭切花經模擬空運(23-28℃ 3-4 日) 及海運(11-12℃ 7-9 日)後蒸散率之影響

表 1. 1-MCP 燻蒸時間及燻蒸溫度對文心蘭切花經模擬運輸後瓶插壽命之影響

燻蒸溫度(℃)	切花瓶插壽命(日) 1-MCP 燻蒸時間(小時) 2	4	8	12
10	9.6 ± 1.4	9.9 ± 0.9	9.1 ± 1.2	9.4 ± 0.9
20	10.1 ± 1.1	9.8 ± 1.1	10.2 ± 1.0	9.3 ± 1.0
28	10.4 ± 1.2	11.0 ± 1.2	9.9 ± 1.1	11.0 ± 1.3

註 1.：對照組瓶插壽命 6.1 日。本表所列處理組之切花皆經 1-MCP 及‘農試文保 1 號’處理。

表 2. 文心蘭切花在專業外銷包裝場經‘1-MCP’及‘農試文保 1 號’處理及模擬空運及海運之後品質驗證之結果(93 年度)

包裝場		拍賣品質(1-10 分)		瓶插壽命(日)		處理組壽命	
代號	模擬運輸	對照組	處理場	對照組	處理組	增加率(%)	結果與建議
1.	空運	9.8	9.8	9.8	12.0	22.4	壽命超過 8 日
1.	海運	9.6	9.8	7.8	10.2	30.8	壽命超過 8 日
2.	空運	8.0	9.6	8.8	12.6	43.2	超過 40%且壽命超過 8 日
2.	海運	7.5	9.5	8.2	9.7	18.3	壽命超過 8 日
3.	空運	8.5	9.2	9.7	11.7	20.6	壽命超過 8 日
3.	海運	8.0	9.5	7.0	10.3	47.1	超過 40%且壽命超過 8 日
4.	空運	7.5	9.2	9.5	12.8	34.7	壽命超過 8 日
4.	海運	7.0	9.5	8.5	11.8	38.8	壽命超過 8 日
5.	空運	5.0	9.0	4.2	9.0	114.3	超過 40%且壽命超過 8 日
5.	海運	7.5	9.5	6.0	9.2	53.3	超過 40%且壽命超過 8 日
6.	海運 1.	9.2	9.2	6.7	9.0	34.3	壽命超過 8 日
6.	海運 2.	9.3	9.2	7.0	10.7	52.9	超過 40%且壽命超過 8 日
7.	空運	6.5	9.0	4.4	6.5	47.7	超過 40%
7.	海運	6.5	9.5	3.8	6.8	78.9	超過 40%
8.	空運	9.0	9.5	5.8	7.6	31.0	再檢驗
8.	海運						補送後再驗
9.	空運	7.5	9.5	5.8	6.5	12.0	再檢驗
9.	海運	8.5	9.5	6.0	7.7	28.3	再檢驗
平均	空運	7.7	9.4	7.3	9.8	40.7	平均增加率是各場數值之平均，非 9.8/7.3。
平均	海運	8.1	9.5	6.8	9.5	42.5	平均增加率是各場數值之平均，非 9.5/6.8。

表 3.文心蘭切花在日本市場由日本進口商抽樣測定瓶插壽命之結果

時間	包裝場	運輸	處理	瓶插壽命
1996,6 月	包裝場 1.	空運	其他處理	4 日
	包裝場 1.	海運	1-MCP 加‘文保 1 號’	7 日
2001,9 月	包裝場 2.	空運	其他處理	2 日
	包裝場 3.	空運	其他處理	2 日
	包裝場 4.	空運	其他處理	4 日
	包裝場 5.	空運	1-MCP 加‘文保 1 號’	7 日
	包裝場 6.	空運	1-MCP 加‘文保 1 號’	7 日

註：在日本市場取樣後，瓶插自來水。

討論

文心蘭切花以 1-MCP 及‘農試文保 1 號’處理使經過貯運之切花瓶插壽命提高，其原因包括使文心蘭切花在瓶插時維持較高的吸水率，同時維持較高的鮮重。此一處理對於切花蒸散率影響不大。對照組切花在瓶插後期鮮重會回升，此時蒸散率下降，是因爲在此時花朵完全老化脫落，減少蒸散失水所致（圖 3、圖 4）。

文心蘭切花在有`農試文保 1 號’配合處理下，以 1-MCP 在 10℃到 28℃燻蒸之效果皆良

好，表示在夏天處理 1-MCP 時，燻蒸庫不必特別降到很低的溫度，只要有一般的冷氣機即可，避免溫度高到 28℃以上，至於 28℃以上之影響在本調查雖未進行，在 30℃以下短時間應該是可以的。而在冬天處理時，溫度可低至 10℃。1-MCP 燻蒸時間由 2 小到 12 小時效果皆不錯，因此為了作業方便，一天需要多處理幾次時，可以一次燻蒸 2 小時即可。值得留意的是燻蒸庫氣密性要良好。反之在夜間燻蒸可以延長處理時間，操作員在封庫後啓動燻蒸後即可離開，不必在天亮以前開庫，因此使用 1-MCP 之方便性很高。

文心蘭切花在外銷包裝場以 1-MCP 及‘農試文保 1 號’處理皆能明顯改善拍賣品質及瓶插壽命，有兩處包裝場未達到要求，但總瓶插壽命平均能提高 40%以上，這兩處包裝場經改善後，瓶插壽命亦有達到提高 40%以上之要求。在日本抽樣調查，瓶插壽命對照組只有 2-4 日(表 3)，處理組為 7 日，表示 1-MCP 及‘農試文保 1 號’處理對外銷文心蘭切花確實有明顯的保鮮效果。值得注意的是文心蘭切花經實際外銷後瓶插壽命偏短，在台灣經模擬運輸後對照組瓶插壽命則有 6-7 日(表 1、表 2)，在日本抽樣調查，瓶插壽命只有 2-4 日；保鮮處理在台灣經模擬運輸後瓶插壽命大都有 9-11 日(表 1、表 2)，在日本只有 7 日。實際外銷後瓶插壽命比模擬運輸短之原因可能模擬運輸處理貯運時較為小心，實際外銷時大量處理較為粗放，以及實際外銷裝運時切花受到的環境比模擬貯運還要差。

引用文獻

1.黃肇家。1998。文心蘭切花之乙烯生成及外加乙烯與去除花藥蓋對花朵品質之影響。中華農業研究 47 : 125-134。

2.黃肇家。2002。台灣文心蘭切花外銷之採後處理。文心蘭專刊。p.188-208。台灣區花卉發展協會出版。

3.黃肇家、杜武俊、陳弘毅、蔡金玉、賴淑芬、黃慧穗。2003。‘農試文保一號’與 1-MCP 對文心蘭切花經模擬銷日運輸及檢疫燻蒸之保鮮效果。中國園藝 49:55-62。

4.黃肇家、郭坤峰、李仍亮。2003。台灣文心蘭切花外銷之保鮮技術及應用。農政與農情 130:92-98。

The Effect of 1-MCP and 'TARI's Onc1' Treatment on the Quality of *Oncidium* Cut Flowers for Exportation

Chao-Chia Huang[1], Hui-Sui Huang[2], and Chin-Yu Tsai[2]
Associate Researcher[1], Project Assistant[2], Agricultural Research Institute, COA

Summary

Exportation of Taiwan Oncidium cut flower increases in these few years. A treatment called 1-MCP(1-Methylcyclopropene) and 'TARI's onc1' has been developed and used to improve the quality and prolong the vase life of these flowers. In this study the effect of the 1-MCP-'TARI's onc1' treatment on flower water uptake and the suitable condition of 1-MCP fumigation has been investigated. The result indicated that the 1-MCP-'TARI's onc1' treatment increased flower water uptake and reduced water loss while the transpiration was not affected. Flowers been treated with 'TARI's onc1' were fumigated with 1-MCP for 2, 4, 8, 12 hours at 10, 20, 28℃。The vase lives of fumigated flowers were 9-11 days while it was 6.1 days on control (neither 1-MCP nor 'TARI's onc1' treatment). There was no significant difference among each fumigated flowers. The result indicated that the 1-MCP fumigation can be conducted at temperature as low as 10℃ in winter time. It can also be conducted for only 2 hours when a lot flowers needed to be treated in one day. The flowers treated in 9 commercial packaging stations had been examined. The vase life had been prolonged for more than 40% than control. The vase life of treated flowers tested in Japan was about 7 days compared to 2-4 days on control.

Key words: *Oncidium*, postharvest handling, transportation, exportation

我國蔬果主要外銷市場檢疫規定

葉瑩[1] 陳子偉[2]
行政院農業委員會動植物防疫檢疫局副局長[1]、技正[2]

摘 要

植物檢疫之目的是在防杜植物疫病蟲害隨農產品之國際流通貿易而傳入傳出國境。其做法係在國際機場、港口執行輸入檢疫，防止國外疫病蟲害的入侵。另方面在農產品產地或輸出港站實施輸出檢疫，俾國內農產品符合輸入國之檢疫規定而能順利輸銷。我國自 91 年 1 月 1 日起成為世界貿易組織(World Trade Organization, WTO)之會員，與其他 147 個會員在農產品貿易上擁有相同之權利及義務。我國對 WTO 會員輸銷到我國之農產品，可採取合乎國際規範的檢疫措施；相同的，我國農產品輸往他國，則輸入國也可以對我國採取同樣的措施或要求，亦即我國農產品的輸出，相關田間防疫、輸出檢疫與檢疫處理等措施也必須依照輸入國的檢疫規定來辦理。而保持我國為某些特定疫病蟲害之非疫區，做好國內防疫工作，並生產品質優良且符合外國檢疫條件之農產品，亦是拓展我國產品外銷市場所必須採行之措施。目前我國蔬果主要外銷國家為日本、加拿大、美國、東南亞、中國及歐盟等，種類包括香蕉、芒果、楊桃、鳳梨、番石榴、葡萄、木瓜、荔枝、蓮霧、椪柑、印度棗、洋蔥、結球萵苣、胡蘿蔔等。由於我國為東方果實蠅及瓜實蠅等害蟲之疫區，因此國產之鮮果實，除了東南亞及中國等疫情相同國家外，其他國家如日本、美國等均對我國產鮮果實採取禁止輸入或要求檢疫處理後方可輸入等檢疫規定。目前可經檢疫處理後輸往日本之鮮果實為芒果、荔枝、柚子、葡萄與椪柑，輸往美國者為芒果、荔枝及楊桃，輸往韓國者為芒果、椪柑及荔枝等。至於加拿大與東南亞國家，因上述果實蠅並非該等國家之檢疫害蟲，故國產鮮果實毋須經檢疫處理即可輸出，而未黃熟之香蕉亦非果實蠅寄主，因此不須經檢疫處理，可直接輸往日本。為積極突破輸入國之檢疫限制，協助我國農產品外銷，目前行政院農業委員會動植物防疫檢疫局（簡稱防檢局）刻正向日本申請楊桃、火龍果、網紋香瓜等之輸入，向澳洲申請荔枝、芒果、楊桃等之輸入，及向美國申請柚子與龍眼等之輸入。而木瓜、芒果已分獲日本與紐西蘭認可，於 94 年起可進行輸銷。在蔬菜方面，目前以日本為主要輸出國，洋蔥、結球萵苣及胡蘿蔔等均可經防檢局檢疫合格後輸出；牛蒡、竹筍等輸至美國，須先向美國農部申請輸入許可，並經檢疫合格後始可輸銷。至於番茄、甜椒及瓜類等因係果實蠅寄主，目前暫無法輸往日本等對果實蠅設有檢疫條件之國家。未來防檢局除將繼續開發檢疫處理技術外，亦將透過與輸入國之技術諮商，尋求以整合性防疫檢疫措施以及非疫生產點等方式，以突破輸入國對我國產品之檢疫限制，以促使國產蔬果順利外銷，擴大我國產品的國際市場。

前 言

植物檢疫措施係在防杜植物疫病害蟲經由農產品的國際流通貿易而傳入傳出國境。因此，一方面在國際機場、港口執行輸入檢疫，防止國外疫病蟲害的入侵，以保護本國農業生產安全，維護自然生態環境，同時保護消費者食用安全及健康。另方面在防治與管制國內重要植物疫病害蟲之發生與蔓延，同時維持本國為某些疫病蟲害的非疫國狀態，並在產地或輸出港站實施輸出檢疫，以避免輸出本國外銷農產品之輸入國所管制的特定疫病蟲害，亦即輸入國禁止輸入之檢疫疫病蟲害。我國在 91 年 1 月 1 日成為世界貿易組織(World Trade Organization, WTO)之會員後，除可以和其他 147 個會員享有相同權益外，但也面臨在貿易上更艱鉅的挑戰與競爭，尤其農產品貿易的自由化更成為國際間雙邊與多邊諮商談

判的焦點。農產品市場開放固然帶來部份好處，但亦使得國外疫病蟲害入侵的風險增高。是以，採取必要之邊境檢疫措施，以防範疫病蟲害的入侵，實爲我國現階段農業施政上的重要任務之一。而加強國內防疫工作，維持我國爲某些特定疫病蟲害之非疫區，不僅可阻擋國外不符我國檢疫規定之農產品輸入，更有助於國內生產品質優良且符合外國檢疫條件之農產品，以拓展我國農產品之外銷市場。

我國是 WTO 會員，對各國輸銷來台的農產品可以採取符合食品安全檢驗與動植物防疫檢疫措施協定(Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures, 簡稱 SPS 協定)、國際植物保護公約(IPPC)及國際植物防疫檢疫措施標準（International Standards for Phytosanitary Measures）等國際規範的檢疫措施。同樣的，我國農產品輸往外國，輸入國亦可對我國採取相同的措施或要求。由於輸入國的檢疫規定往往將輸出國的防疫措施列入檢疫條件，因此我國農產品的輸出，相關的田間防疫、檢疫處理及輸出檢疫均須符合輸入國的檢疫規定。

輸出檢疫規定

一、農產品之輸出檢疫係依據我國輸出檢疫法規，並配合輸入國政府要求之輸入檢疫條件來辦理，以協助業者順利輸銷國外市場。

二、我國執行輸出檢疫之法源爲「植物防疫檢疫法」第二十條：

輸出植物或植物產品，輸入國要求提出檢疫證明者，輸出人得申請植物檢疫機關檢疫，檢疫機關實施檢疫後，應發給證明。

前項檢疫，應在植物檢疫機關內實施。但檢疫機關認爲有必要時，得在該植物或植物產品所在地實施。

三、輸入國無檢疫規定者，得免辦輸出檢疫。大多數農產品輸入國都訂有輸入檢疫規定，目前在鮮果、蔬菜方面僅輸往香港及新加坡者未施行植物檢疫。

四、實施輸出植物檢疫之植物或植物產品種類均列於「應施檢疫動物植物品目表」。未列於表內之項目，如輸入國要求檢疫，輸出人仍可向植物檢疫機關申報要求配合辦理檢疫。

五、我國植物檢疫機關爲行政院農業委員會動植物防疫檢疫局（簡稱防檢局）。

我國蔬果主要外銷市場檢疫規定

我國目前蔬菜水果主要外銷市場爲美國、日本、加拿大、東南亞、中國及歐盟。茲將前述國家地區之檢疫規定簡要說明如下：

一、美國

（一）下列鮮果實種類及檢疫處理方式已獲得美國認可，得在處理之後輸往美國：

1.芒果－以 46.5℃飽和蒸氣處理 30 分鐘。

2.荔枝－以 1℃以下 15 天或 1.39℃以下 18 天冷藏處理。

3.楊桃－以 0℃以下 10 天或 0.56℃以下 11 天或 1.11℃以下 12 天或 1.66℃以下 14 天冷藏處理。

（二）下列蔬菜可於取得美國之輸入許可證後輸往美國：

蔥類鱗莖（Allium spp.， garlic chive 除外）、粉薯（Arrowroot）、慈菇、蘆筍、竹筍、牛蒡、甘藍（Brassica oleracea，禁止輸往阿拉斯加州）、樹薯（Cassava）、芋（Dasheen）、薑（Ginger root）、辣根（Horseradish，輸往夏威夷州須經處理）、乾葛（Jicama）、野葛（Kudzu，禁止輸往佛羅里達州）、蓮藕、椰子心（半天筍）、蕪菁甘藍（Rutabaga）、蕪菁、當歸、山葵（根部及莖部）、山藥（Yam，須經燻蒸處理）。

（三）除食用之乾豆類、堅果等不需申請輸入許可外，其他植物或植物產品輸美時，均應

先取得輸入許可證。但個人攜帶自用植物種苗在 12 株以下時，可免申請輸入許可。
（四）依據過去之經驗及紀錄，我國輸美植物或植物產品多因被檢疫發現介殼蟲等疫病蟲害或未檢附輸入許可證而遭退運或銷燬。
（五）美國農業部動物植物檢疫局的植物檢疫規定查詢網站，其網址爲：http://www.aphis.usda.gov/ppq/index.html。

二、加拿大

（一）加拿大政府禁止蘋果、山楂、櫻桃、扁桃、葡萄、桃、李、梨、草莓、藍莓等溫帶水果及番椒、茄子、番茄、馬鈴薯等茄科作物自世界各國輸入。
（二）東方果實蠅非加拿大檢疫害蟲，國產鮮果實毋須經檢疫處理即可輸入加國。
（三）加拿大農業與農業食品部有加拿大所有商品輸入規定查詢網站，網址爲 http://airs-sari.inspection.gc.ca/AIRS/airs_decisions.asp?l=E

三、日本

（一）我國爲東方果實蠅發生國家，鮮果實類產品除經日本農林水產省認可之檢疫殺蟲處理方法處理後之種類者，其餘均無法輸入。葫蘆科（瓜類）之生莖葉及果實、菜豆、蠶豆、豇豆、番椒、番茄、茄子火龍果等鮮果實因瓜實蠅危害，禁止輸往日本。甘藷屬（Ipomoea）、牽牛花屬（Pharbitis）及旋花屬（Calystegia）植物之生莖葉、塊莖及其他地下部，樹薯之塊莖及其他地下部等，因受甘藷蟻象之爲害，禁止輸往日本。
（二）目前經日本政府認可之我國輸日鮮果實種類及其檢疫處理方式：

1.椪柑－果實中心溫度 1℃，14 天之低溫處理。
2.柚子－果實中心溫度 1℃，12 天之低溫處理。
3.葡萄－果實中心溫度達 0.5℃後，以 1℃以下溫度處理 12 天。
4.荔枝－以 46.2℃飽和蒸氣處理 20 分鐘後，6 小時內降至 2℃，持續處理 42 小時。
5.芒果－以 46.5℃飽和蒸氣處理 30 分鐘後，降至常溫。
6.木瓜－果肉中心溫度達 47.2°C 飽和蒸氣處理後降至常溫。94 年起可輸日。

以上之檢疫處理須由日本植物檢疫人員與我國植物檢疫人員會同辦理。
未黃熟之香蕉非果實蠅寄主，不須經檢疫處理可以直接輸日。

（三）牛蒡、洋蔥、結球萵苣、胡蘿蔔等蔬菜經防檢局檢疫合格後可輸日。冷凍果蔬輸往日本須於輸出植物檢疫證明書上註明凍結處理(需低於-17.8°C)、實施日期及儲藏溫度等資料。
（四）日本政府對輸日之植物檢疫甚爲嚴格，除發現疫病蟲害時一律須實施檢疫處理之外，對發現雜草種子、土壤及其他有害動物等原因時都必須退運。
（五）日本農林水產省植物防疫所查詢植物檢疫規定網站，其網址爲 http://www.pps.go.jp/。

四、中國

（一）輸入中國之植物種子、種苗及其他繁殖材料，必須事先提出申請，辦理檢疫審批手續，並在輸入前 7 天報檢。
（二）鳳梨、香蕉、釋迦、木瓜、楊桃、芒果、番石榴、蓮霧、檳榔、橘子、柚子、棗子、椰子、枇杷、梅、李、柿子及桃等 18 種鮮果實可輸往中國。
（三）中國國家質量監督檢驗檢疫總局查詢網站之網址爲 http://www.aqsiq.gov.cn/cms/template/index.html。

五、韓國

（一）我國生產之果樹及蔬菜鮮果實，除鳳梨、椰子、香蕉（未黃熟）、芒果、荔枝及椪柑以外，禁止輸往韓國。

1.芒果－以飽和蒸氣加熱使果實中心溫度到 46.5℃，繼續處理 30 分鐘後，以冷水淋浴降至常溫。
2.椪柑－以果實中心溫度 1℃進行 14 天之低溫處理。
3.荔枝－以 46.2℃飽和蒸氣處理 20 分鐘後，6 小時內降至 2℃，持續冷藏處理 42 小時。

（二）韓國之輸入檢疫規定可至國立植物檢疫所網站 http://www.npqs.go.kr/china/查詢。

六、東南亞地區

（一）香港

1.輸往香港地區供食用之水果蔬菜、供食用或工業用之穀物豆類及種子可免附植物檢疫證明書或植物進口證，故無須辦理輸出檢疫。
2.香港規定輸入植物類除須事前取得植物進口證，並須檢附輸出國簽發之植物檢疫證明書。而輸入植物種子需檢附輸出國簽發之植物檢疫證明書，無須辦理植物進口證。
3.香港漁農自然護理署之檢疫規定網址為 http://www.afcd.gov.hk/quarantine/quarantine_c.htm。

（二）新加坡

1.自台灣輸往新加坡之水果、蔬菜等無須辦理輸出檢疫。
2.輸往新加坡之植物種子及不帶生長介質之植物須辦理輸出檢疫。
3.帶有生長介質之植物類，輸出前該生長介質須經藥劑處理，輸出植物檢疫證明書上尚須加註未感染寄生性線蟲。
4.新加坡之檢疫規定可至該國農業食品及獸醫局網站 http://www.ava.gov.sg/javascript/main-ie.html 查詢。

（三）泰國

1.柑桔類、木瓜、鳳梨、西瓜、甜瓜、番椒、番茄、香蕉等須檢附植物檢疫證明書，並依該國檢疫人員之指示處理後，方可輸入泰國。
2.泰國之檢疫規定可至該國農業部網站 http://www.doa.go.th/en/查詢。

（四）馬來西亞

1.供食用、藥用或加工用之鮮果實、蔬菜等不須申請輸入許可證。植物種苗及種子等須申請輸入許可證，檢附植物檢疫證明書，並於輸出前經適當之檢疫處理。
2.馬來西亞國植物檢疫規定可至其農業部網站查詢，網址為 http://agrolink.moa.my/pqnet/。

（五）印尼

1.所有植物及植物產品均需檢附植物檢疫證明書，植物種苗、種子等繁殖用植物材料另須申請輸入許可。
2.印尼之植物檢疫規定可至印尼農業部農業檢疫局網站 http://www.deptan.go.id/karantina/home.htm 查詢。

七、歐盟地區

（一）芒果、番石榴、楊桃等水果可輸往歐盟。

（二）歐盟之植物檢疫法規可至歐盟網站 http://europa.eu.int/eur-lex/en/lif/reg/en_register_035020.html 查詢。

八、紐西蘭

（一）芒果以飽和蒸氣加熱使果實中心溫度到 46.5℃，繼續處理 30 分鐘後，以冷水淋浴降至常溫後可輸往紐西蘭。自 94 年 4 月 12 日起可輸出。

（二）紐西蘭之植物檢疫規定可至該國農林部網站查詢 http://www.maf.govt.nz/mafnet/。

輸出檢疫程序

為符合輸入國之檢疫證明要求，輸出人於輸出蔬菜水果前應向防檢局申請輸出檢疫。防檢局辦理輸出檢疫係依據「植物防疫檢疫法」暨其施行細則、「動植物檢疫申報發證要點」、「動植物檢疫規費收費實施辦法」、「應施檢疫動植物品目表」及其他相關規定辦理，並依據輸入國之規定與要求配合辦理，經檢疫合格由防檢局發給輸出植物檢疫證明書後，方可輸出。

輸出檢疫問題

一、 我國為特定疫病蟲害疫區如東方果實蠅、瓜實蠅，致某些蔬果無法輸出或須經檢疫處理始能輸出。
二、 檢疫處理技術之開發費時費力，並須獲得輸入國之認可。
三、 輸出人未充分瞭解輸入國之植物檢疫規定。
四、 產品的生產、育成、製程或成品規格未能符合國際規範或輸入國要求。
五、 生產過程或產品製程未能落實優良管理。
六、 生產設施或設備不符合輸入國之規定。
七、 無法提供產品的性狀、健康紀錄或監測/檢測資料。

因應措施

為促進我國之蔬菜水果等順利輸銷國外市場，必須強化下列的因應措施：

一、保持非疫區狀態

一個國家如果維持為某一特定疫病蟲害之非疫區，或於國境內設置非疫生產點，則不僅有利於相關農產品的輸出，亦有利於內外銷市場的競爭，即可對相同產品或該疫病蟲害涉及之其他產品的輸入採取必要的檢疫措施，以防範該疫病蟲害之傳入。若一旦淪為特定疫病蟲害之疫區，則可能造成嚴重之影響及經濟損失。例如我國自 2002 年以來陸續於輸入農產品上截獲西方花薊馬，目前對於進口蔬菜如發現該害蟲均須經檢疫處理後，方可放行。若該害蟲入侵我國，將可能對蔬菜、花卉產業增加數億元防治之費用，並且將使我國結球萵苣輸日前須經檢疫處理而增加出口成本。

二、疫病蟲害防治管理

蔬果在生長過程中，不僅要注意其品種、性狀、肥料之供應、環境衛生等，對疫病蟲害的防治管理尤須注意，以免因其危害而影響收成，甚或導致貨源供應不足。另亦應避免蔬果有化學藥物的殘留，惟有品質優良且無特定疫病蟲害的產品在市場上才有競爭力。

三、生產符合輸入國檢疫條件的產品

植物檢疫是輸入國防範疫病蟲害傳入的第一道關卡，因此輸出之產品不僅需要講究品質，更要符合輸入國之輸入檢疫條件。這些條件包括生產地之疫病蟲害狀況、田間防疫措施、生產或製造程序與管理、生產設備與設施、檢疫處理方法等。

四、開發檢疫處理技術

檢疫處理係在完全殺滅潛藏在產品上的有害生物，以避免其隨產品貿易而傳入或傳出。我國因是東方果實蠅發生地區，因此經開發出芒果、荔枝、楊桃、柑桔等多種水果的檢疫處理方法，通過美、日、韓、紐等國之檢疫處理認證而使該等水果得以輸銷這些國家。此外，防檢局亦開發出火龍果、網紋香瓜、柚子、龍眼等之處理技術，並積極拓展更多外銷市場，目前正向日本申請楊桃、火龍果、網紋香瓜等之輸入，向澳洲申請荔枝、芒果、

楊桃等之輸入，及向美國申請柚子、龍眼之輸入。爲協助拓展外銷市場，防檢局將持續開發符合輸入國檢疫要求的處理技術。

五、瞭解輸入國檢疫規定

輸入國之檢疫規定會因國內與國際疫情之改變而隨時增修訂，因此蔬果輸出前應先瞭解擬輸往國家之相關植物檢疫規定，以免不符規定而影響輸出。

結　語

世界貿易組織之 SPS 協定提供該組織之會員在適當的保護水準下進行國際農產品貿易，即其賦予會員爲了保護其國民及植物的生命或健康，得以對輸入之農產品施以檢疫或要求執行檢疫或特定處理等必要措施的權利。因此要拓展國外之農產品市場，需要政府和民間的共同配合及努力。

目前政府在協助我國蔬果輸出時遭遇到的一些檢疫問題包括前述的非疫區問題、檢疫處理技術的開發、輸入國檢疫規定之掌握、生產與病蟲害管理的落實、紀錄及監測資料之完整性等。若輸出的產品不能達到輸入國之檢疫條件，則往往無法順利輸出。因此唯有生產優良品質的蔬果才是跨出外銷的第一步，無論從生產、製造、成品、行銷等都應予有效管理。另外業者亦須隨時掌握國內外疫情資訊，在產品輸出之前，詳加瞭解輸入國對該產品之輸入檢疫規定，以確保自身權益。

在植物疫情資訊與外國輸入植物檢疫規定方面，可參考防檢局網站 www.baphiq.gov.tw，或於必要時透過防檢局協助向輸入國洽詢。另防檢局將繼續開發蔬果檢疫處理技術，強化整合性防疫檢疫措施，建置非疫生產點，必要時透過與輸入國進行雙邊技術諮商，來突破輸入國對我國產品之檢疫限制。此外亦儘可能配合輸入國之要求條件辦理輸出檢疫，以使國產優質蔬果能順利輸出，促進外銷。

參考文獻

1.食品安全檢驗與動植物防疫檢疫措施協定。2002。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編印。63 頁。
2.動植物防疫檢疫法規彙編。2003。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編印。468 頁。
3.國際植物保護公約（1997 年）。2001。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編印。63 頁。

台灣蔬果外銷農藥殘留問題

黃 玉 瓊
行政院農業委員會農糧署農業資材組作物環境科科長

前 言

台灣農產品生產技術享譽國際，在品質方面，更因近幾年來藉由政府與民間企業均極力拓展國際市場下有口皆碑。尤其是在冷凍蔬菜外銷日本之市場，約經十多年的沈寂，台灣終於又搶回了市場，所憑藉的優勢乃在於安全品質。國際上農產品之貿易障礙主要爲檢疫及藥物殘留二項因素，檢疫方面重點爲防止外來疫病蟲害侵入及依進口國規定執行出口檢疫措施。在藥物殘留之控制則略爲複雜，國際上對藥物之使用及殘留標準因國而異。因此，從事農作物生產首先須遵守本國之藥物使用準則，外銷時又須符合輸入國之規定。然而國際間之規定常有所衝突，例如我國准予甲藥物使用於乙作物，然而日本卻禁止甲藥物使用於乙作物，導致輸出時遭擋關。加以國際上對食品品質安全衛生之意識普遍提升，各國對藥物使用之管控愈趨嚴格，屢屢修正藥物使用及藥物殘留標準規範，以確保國人之身體健康。台灣隨著國際環境的變異，在外銷市場的拓展上亦遭致農藥殘留障礙問題。

台灣蔬果外銷現況

台灣近 10 年(1993-2003)來農產品外銷出口量均維持在 1,500 千公噸上下，其中蔬果及其製品佔總輸出量從 1993 年之 2% 逐年下降，至 2003 年僅佔 1%，出口量約約爲 200 千公噸(如表 1)。若以出口市場來看，2003 年之農產品出口主要國家前 5 名依序爲日本、香港、美國、越南、中國大陸（詳如表 2）;但若僅以蔬果出口量比較，前 5 名依序爲日本、美國、香港、新加坡、加拿大等（詳如表 3）。而主要出口蔬果種類(詳如表 4)，以出口日本之作物種類最多，蔬菜以胡蘿蔔、蕪菁、洋葱、 結球萵苣、甘藍、豌豆、毛豆、薑、菇類、竹筍、茭白筍等 11 種即佔出口量之 98%。水果方面以香蕉、梅乾、鳳梨、芒果、葡萄、荔枝即佔出口量之 99.7%。

表 1. 台灣歷年外銷蔬果出口量

年次	總計(千公噸）	佔總輸出量（%）	蔬果及其製品（千公噸）
1993	1,559,246	0.204	317,551
1993	1,664,010	0.180	299,969
1993	1,872,300	0.155	290,182
1993	1,804,732	0.154	277,231
1993	1,404,929	0.130	182,407
1993	1,408,401	0.152	213,753
1993	1,595,904	0.132	210,781
1993	1,681,565	0.116	194,939
1993	1,742,151	0.101	175,393
1993	1,726,759	0.096	166,614
1993	1,692,733	0.119	202,038

表 2.台灣主要農產品外銷市場(2003 年)

名次	國別	外銷值(千美元)	比例(%)
1	日本	1,206,517	37.26
2	香港	610,104	18.84
3	美國	323,073	9.98
4	越南	213,832	6.6
5	中國大陸	175,596	5.42
6	大韓民國	83,073	2.57
7	泰國	65,243	2.01
8	馬來西亞	58,097	1.79
9	新加坡	54,122	1.67
10	其他	53,646	1.66
合計		2,843,303	87.8

資料來源，2003 農產貿易統計要覽，本數據不含加工部分，故比例之合計為 87.8%。

表 3.台灣主要蔬果出口市場（2003 年）

國家別	外銷量（公噸）			外銷值(千美元)		
	蔬菜	水果	合計	蔬菜	水果	合計
日本	46,473	35,147	81,620	71,852	24,181	96,033
美國	13,125	3,315	16,440	15,354	5,942	21,296
香港	9,393	22,983	32,376	4,045	7,611	11,656
新加坡	2,760	5,969	8,729	3,849	2,499	6,348
加拿大	1,118	3,408	4,526	1,300	1,263	2,563

資料來源，2003 農產貿易統計要覽

表4、臺灣主要外銷蔬果種類 (2003年)

國別	外銷蔬菜別		外銷水果別	
	種類	佔百分率	種類	佔百分率
日本	胡蘿蔔、蕪菁、洋蔥、結球萵苣、甘藍、豌豆、毛豆、薑、菇類、竹筍、茭白筍	98%	香蕉、梅乾*、鳳梨*、芒果*、葡萄、荔枝	99.7%
香港	胡蘿蔔、蕪菁、結球萵苣	98%	芒果*、柳橙、鳳梨、香蕉、葡萄、荔枝	49%
美國	甘藍、豌豆、毛豆、竹筍	83%	荔枝、梅乾*、桂圓肉*	82.5%
新加坡	胡蘿蔔、蕪菁、甘藍、結球萵苣	71%	芒果*、荔枝、柳橙、梅乾*、鳳梨*、桂圓肉*	83.8%
加拿大	甘藍、毛豆	50%	荔枝、柳橙、鳳梨*、梅乾*	54.4%

註 1：資料來源，2003 農產貿易統計要覽
註 2：佔百分率指這些列出之種類佔總出口量之百分率

蔬果外銷安全用藥輔導

以往國內蔬果產銷輔導主要以內銷爲導向，蔬果生產時各項栽培管理相關規範均以國內規定爲準則。然而，近幾年來，不論是政府或民間團體均積極開拓台灣農產品外銷市場，農產品之生產需從生產期之田間病蟲害管理、農藥施用、產品預定規格、採後處理、包裝等各生產階段，依據擬銷售管道如國內，或外銷等均須訂定詳細計畫，在不違背我國之相關生產規定，又符合輸出國及輸入國相關藥劑使用及殘留量規定..等。

配合加強開拓台灣農產品外銷市場，政府在解決外銷農產品因農藥殘留不符輸入國，影響外銷問題，自 2003 年起採取之各項措施如次：

一、建立各項外銷蔬果相關資料

蒐集國內主要外銷農產品資訊，包括外銷農產品種類及其產地、供貨單位，輸出業者、輸入國等，相關資料建檔，以爲外銷農產品安全用藥輔導工作重點區。

二、建立外銷蔬果各輸入國之殘留農藥容許量資料

蒐集國內蔬果主要輸出國之殘留農藥容許量資料，以供各輔導單位、農友、輸出業者等參考，並編印成冊，第一版包括 17 種外銷蔬果在中國大陸、日本、歐盟、美國、加拿大等國之資料。第二版亦於 93 年出版，手冊名稱爲「台灣農產品主要外銷國(地區)殘留農藥容許量手冊」，包括 27 種作物於中華民國、cordex、美國、大陸、日本、加拿大、歐盟、韓國等國家之農藥殘留容許量標準。本項資料亦上網登載於農糧署(www.afa.gov.tw)網站上，以供查詢，由農糧署網頁進入農民專區—輔導及管理—安全用藥及吉園圃標章--選台灣農產品主要外銷國(地區)殘留農藥容許量標準。

三、召開外銷蔬果安全用藥講習座談會

針對各項外銷作物於外銷主要供貨地區，召開外銷座談會，邀請該地區及鄰近鄉鎮生產農友、鄉鎮輔導單位等參加座談，並邀請農委會農糧署、區農業改良場、縣市政府、外銷業者等單位講解國際農藥使用及檢驗與殘留容許量規定、外銷用藥技術、檢疫措施及蔬果外銷遭遇之問題等進行雙向溝通，促進產銷雙方彼此之共識，共同爲拓展農產品外銷市場而努力。

四、設置優質供果園、媒合外銷業者與產地建立契約制度

農委會爲拓展農產品外銷市場，穩定貨源及確保其品質安全符合規定，針對芒果、木瓜、番石榴、鳳梨、荔枝、香蕉、楊桃、鳳梨釋迦、葡萄、柑橘等十項主要外銷水果，選定優質供果園並整合產銷班與外銷業者簽訂契約。針對輸入國之檢疫、檢驗標準，制定外銷作物生產標準作業規範據以輔導。另外，在蔬菜方面，以冷凍毛豆外銷日本爲例，業者與農民契作生產，由農委會各區農業改良場、農藥所等單位協助制定生產作業規範及安全品質管制。

案例研析

一、外銷蔬果農藥殘留不符規定案件

自 2002 年 8 月至 2004 年底，我國外銷蔬果經檢驗農藥殘留不符輸入國規定者有 22 件如表 5，其中 5 件同時不符我國及輸入國之規定，餘 18 件均爲不符輸入國之規定。此些案件之發生原因主要爲外銷業者未採取安全品質管措施，少數則爲管制措施未臻完善所致。而其中有少數業者其貨品購自菜販、果菜市場及場外交易，完全不知貨源生產地及生產者資料，亦未曾進行農藥殘留檢驗即行輸出，一旦遭輸入國驗出農藥殘留不符規定，對其個人損失事小，對台灣農產品品質信譽影響事大。

表 5　台灣外銷農作物農藥殘留量不符規定案件一覽表

產品名稱	輸出日期	輸入國	殘留藥劑種類	輸出量
珍珠番石榴	91.8.23	加拿大	新殺蟎 0.114ppm（加規 0.1ppm,台規 0ppm）	
冷凍菠菜	91.12.25	日本	陶斯松 0.25ppm (日規 0.01ppm, 台規 1ppm)	22 公噸
冷凍菠菜	92.1.13	日本	陶斯松 0.04ppm (日規 0.01ppm, 台規 1ppm)	16 公噸
冷凍菠菜	92.2.4	日本	陶斯松 0.04ppm (日規 0.01ppm, 台規 1ppm)	21 公噸
金針筍	92.7.23	日本	陶斯松 0.42ppm (日規 0.01ppm, 台規 1ppm)	20 公斤
韭菜花	92.10.16	日本	陶斯松 0.63ppm(日規 0.01ppm，台規 1ppm) 普硫松 0.38ppm(日規 0.1ppm，台規 0.5ppm)	200 公斤
芫荽	92.10.16	日本	陶斯松 0.05ppm(日規 0.01ppm，台規 1ppm)	18 公斤
芫荽	92.10.28	日本	陶斯松 0.07ppm(日規 0.01ppm，台規 1ppm)	30 公斤
冷凍菠菜	92.12.9	日本	陶斯松 0.03ppm (日規 0.01ppm, 台規 1ppm)	22 公噸
冷凍菠菜	92.12.11	日本	陶斯松 0.02ppm (日規 0.01ppm, 台規 1ppm)	22 公噸
紅鳳菜	92.12.8	日本	陶斯松 0.05ppm (日規 0.01ppm, 台規 1ppm)	8 公斤
芋頭	93.1.5	日本	陶斯松 0.02ppm (日規 0.01ppm, 台規 0ppm)	200 公斤
芹菜	93.1.27	日本	陶斯松 0.43ppm (日規 0.05ppm, 台規 1ppm)	140 公斤
芹菜	93.2.3	日本	陶斯松 0.77ppm (日規 0.05ppm, 台規 1ppm)	72 公斤
芋頭	93.2.25	日本	陶斯松 0.02ppm (日規 0.01ppm, 台規 0ppm)	10 公斤
韭菜花	93.3.10	日本	陶斯松 0.04ppm (日規 0.01ppm, 台規 1ppm)	810 公斤
芋頭	93.3.9	日本	陶斯松 0.02ppm (日規 0.01ppm, 台規 1ppm)	200 公斤
韭黃	93.3.23	日本	陶斯松 0.07ppm (日規 0.01ppm, 台規 1ppm)	204 公斤
芋頭	93.3.22	日本	陶斯松 0.04ppm (日規 0.01ppm, 台規 0ppm)	420 公斤
韭黃	93.5.14	日本	陶斯松 0.02ppm (日規 0.01ppm, 台規 1ppm)	80 公斤
金針筍	93.5.27	日本	陶斯松 0.75ppm (日規 0.01ppm, 台規 1ppm)	90 公斤
菠菜	93.11.29	日本	賽滅寧 2.39ppm(日規 2ppm，台規 2ppm)	15 公噸

二、國際間政府在農產品農藥殘留管制之運作

國際間各國對農產品之農藥殘留管制工作，大體上均依田間、上市及進出口等流通階段分由農業、衛生等不同主管部門負責監測。在台灣政府部門分工體系，上市前由農委會負責監測，上市後由衛生署監測，進口農產品由衛生署委託經濟部標準檢驗局監測，外銷農產品檢驗由衛生署協助，或由輸入國承認其檢驗證明之相關檢驗單位負責。有關農產品上各種農藥殘留容許量標準訂定原則在國際間大致相同，惟因其訂定標準係依據各國國民消費飲食習慣、體重，及栽作作物種類、病蟲害發生相、藥劑委託試驗、危害風險評估等各項因素評估結果而有所不同，因此，推薦農藥殘留容許量之作物種類、藥劑種類及容許量標準均大相逕庭。因此當農產品在國際間輸出入流通時，均係依輸入國訂定之標準，惟因輸入國無生產之特定農產品，致無訂定藥劑殘留容許量標準者，可透過國與國之諮商，要求輸入國給予該作物之特定藥劑暫定容許量標準，但通常曠日費時，且對無邦交之國家間進行諮商，更是不易。原則上，每個國家均建立有對進口農產品通關之農藥殘留檢驗流程即收費標準等，此些資料均可查詢各國相關網站。本文僅簡介日本及加拿大之相關作業方式。

三、日本對進口農產品農藥殘留檢驗規定

在日本因國民攝取所需卡洛里中農產品之來源 60%來自進口，因此對進口農產品分三階段採樣即海關 、超市、上架後，除由由厚生勞働省之檢疫所每年於港口倉庫抽驗，另於國內流通階段如果菜市場及超市等地亦會再針對進口農產品之部份予以抽驗，年約 300,000 萬件。由上述抽檢數字，可知日本政府相當重視進口農產品之安全品質問題。進口農產品之抽驗第一階段屬抽驗階段，約佔進口件數之 5%，如曾發生檢出不合規定者，進入第二階段屬監測階段，抽檢 50%，要求改善，政府提出書面說帖。如再發生不合規定者，進入第三階段 100%抽檢，檢驗費用請輸出單位負責，或在第三階段即禁止輸入。

另日本對輸入之農產品辨識係以國別為識別單位，即假設發生我國某類蔬菜輸日於任一流通階段經檢出農藥殘留不符規定，即對我國所有再輸入日本之該類蔬菜作同樣處分提高抽檢比例，且要求我國政府提出改善說帖。此為日本與其他國家係以輸入業者為管制對象有所不同。

四、加拿大對進口農產品農藥殘留檢驗規定

加拿大食品檢驗局(Canadian Food Inspection Agency，CFIA)其對進口農產品之抽驗分 monitorong phase、surveilance phase、compliance phase 等三階段。

(一) monitorong phase，針對無不符規定紀錄者作抽驗，通常為一件。

(二) surveilance phase，針對曾於 monitorong phase 遭檢出有不符規定紀錄者，於其再次進口之農產品，每一貨櫃至少各抽樣一件，最多五件，若檢驗均符規定，恢復至 monitorong phase。

(三) compliance phase，針對於 surveilance phase 抽驗仍有不符規定紀錄者，即進入本階段，檢驗費用由進口商負擔。就該進口商之該類不符規定紀錄之農產品，已在加拿大境內販售者全部下架，並就其再次進口之該農產品，每一貨櫃至少各抽樣一件，最多五件。若均符合規定則回復至 monitorong phase 為識別單位。反之則當局將針對該進口商及該類農產品之進口進行管制。

結　語

世界各國對食品品質安全門檻不斷提高，如日本就農產品農藥殘留基準之修訂已進入第三次公告並徵詢國際各國意見，預定於 2006 年起實施，該新標準除將以往以作物大類訂定每一農藥殘留基準，改為以單一作物對象訂定殘留基準之正面表列方式，且其殘留基準均以保護國內產業為前題，日本國內未生產者殘留基準嚴苛。甚且以日本生產之農藥品質良好為由，要求輸入國之蔬果生產須使用日本生產之農藥品牌。此些措施均將對我農產品輸入有嚴重影響。

另歐盟對農藥殘留量標準不定期密集修正，尤以其不生產之農產品上農藥殘留量標準，均訂為幾近不得檢出之高標準。近年並朝向規定在該地區流通之產品須符合 EUROP-GAP 之規範，產品須具可追溯性。因此，台灣應密切注意國際動態，不斷提升自己，以挑戰未來。

低壓燻蒸在外銷花卉之應用

陳弘毅[1]　賴淑芬[2]
行政院農業委員會動植物防疫檢疫局臺中分局植物檢疫課前課長[1]、技正[2]

摘　要

本省花卉外銷到日本常被檢出含害蟲，燻蒸率頗高，切花之鮮度與品質明顯受損外，售價亦隨之降低，而影響收益及台灣花卉之形象。故本試驗以菊花為試驗材料，二點葉蟎及非洲菊斑潛蠅為標的害蟲進行減壓燻蒸試驗，燻蒸藥劑以溴化甲烷及磷化氫為主。以溴化甲烷 8 g/m^3 複合磷化氫 3 g/m^3 以 250 mmHg 進行非洲菊斑潛蠅齡期之減壓燻蒸之抗性試驗，結果接卵後第 2 日之燻蒸效果最差，其校正死亡率為 21.1% ，而其他齡期之校正死亡率皆在 50% 以上。以 12 g/m^3 溴化甲烷及 4 g/m^3 磷化氫燻蒸 120 分鐘，於 5、250 及 500 mmHg 之艙壓下燻蒸，二點葉蟎之校正死亡率分別為 98.5%、99.98%及 99.8%，而非洲菊斑潛蠅於 250 及 500 mmHg 之艙壓下之校正死亡率分別為 100%及 92.4%。在品質方面，`白天星’與`黃秀鳳’的品質不論在何種艙壓下之燻蒸處理後皆與未燻蒸處理對照組無異；而`黃精競’花瓣剖面則產生輕微黃褐化及花開放緩慢，且壓力越低藥害之症狀越明顯。以未燻蒸、無藥劑燻蒸、4 g/m^3 磷化氫及 12 g/m^3 溴化甲烷兩種藥劑之單獨或組合於艙壓 250 mmHg 下進行 120 分鐘之減壓燻蒸處理，二點葉蟎之致死率分別為 18.1%、36.0%、46.9%、72.8%及 99.99%，以組合藥劑之處理之殺蟲效果最好。以 4、8、12 及 16 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫於艙壓 250 mmHg 下進行二小時之減壓燻蒸處理，非洲斑潛蠅之致死率分別 0、70.4、87.8、100 及 100%。以 8 及 12 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫減壓燻蒸處理後之品質，`黃精競`隨溴化甲烷藥劑增加其花瓣剖面黃褐化程度增加，而`白天星’與`黃秀鳳’之品質則與未燻蒸處理對照組無差異。以 12 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫於 250 mmHg 艙壓下進行 90、120、135 及 150 分鐘的減壓燻蒸處理，二點葉蟎之致死率分別為 98.9 ％ 、99.99 ％ 、100 ％ 及 100 ％ 。非洲菊斑潛蠅以 90、120 及 135 分鐘的燻蒸處理之致死率分別為 89.7%、100%及 100%。在減壓燻蒸處理後之品質方面，150 分鐘減壓燻蒸處理組之`白天星`與`黃秀鳳`外觀上仍無藥害之症狀，但花朵開放度有些微降低但差異不顯著，其他處理組之花朵開放度與未燻蒸處理組則無明顯差異。綜合以上之結果，在兼顧切花品質及達到檢疫殺蟲目的，外銷菊花之減壓燻蒸處理應以 12 g/m^3 溴化甲烷及 4 g/m^3 磷化氫艙壓 250 mmHg，進行 135 分鐘的減壓燻蒸為較理想之處理。

關鍵字：減壓燻蒸、二點葉蟎、非洲菊斑潛蠅、菊花、切花、溴化甲烷、磷化氫

前　言

台灣外銷切花以外銷到日本為最大宗，佔總外銷量之 77.2 ％ ，其中切花種類以菊花為最多，佔銷日總量之 51.3% (八十九年農業年報)。本省菊花生產以露天或簡易設施栽培為主，其生產之切花常因病蟲危害發生影響品質，肇致其價格低甚或無商品價值。菊花上經常發現之害蟲計有非洲菊斑潛蠅(Liriomyza trifolii Burgess)、棉蚜(Aphis gossypii)、桃蚜(Myzus persicae)、花薊馬中的 Frankliniella intonsa、Thrips hawaiiensis 與二點葉蟎(Tetranychus urticae)等，一般田間防治法甚難根絕該等害蟲(王和林，1984) 。於本省輸日菊花切花經逢機取樣調查結果，發現花部害蟲棉蚜檢出百分率為 13.3 ％ ；葉部二點葉蟎及潛蠅類，檢出率分別為 96.7 及 26.7% (何，1992)。非洲菊斑潛蠅防治甚為不易，待發現菊花受其危害時葉片已有食痕，菊花下位葉之損傷嚴重，不僅降低其商品價值，甚至影響菊花切花銷日，花農與花商均蒙受鉅大損失。Bene 等人亦強調菊花之切花是帶葉出售之產品，非洲菊斑潛

蠅等危害葉片之容忍標準機幾近於零(Bene et al.，1994)，此蟲乃成本省輸日菊花檢疫處理之對象。外銷日本之切花常因前述害蟲無法通過嚴格的日本植物檢疫關卡，遭受燻蒸之比率高達 95% 以上，影響菊花外銷業務至鉅(黃等，2003)。近年來政府積極輔導改進栽培技術及病蟲害管理方法，到日本後被檢疫燻蒸處理之比率已明顯下降許多，惟至 2000 年本省菊花銷日遭受燻蒸之比率仍高達 50% (日本官方網資料)。於日本遭燻蒸處理除使切花鮮度降低品質變劣外，且須負擔高額燻蒸費用，此外燻蒸處理的排程也使切花因此延緩拍賣而錯失商機，舉凡此種種皆導致燻蒸處理後品質降低、成本增加外，其商品價值大幅降低，不僅無利潤可言，甚或血本無歸，業者及花農損失頗鉅。為協助業者或農民突破此困境，防檢局責成台中分局以菊花為試驗材料，二點葉蟎及非洲菊斑潛蠅為標的害蟲進行減壓燻蒸試驗，冀期突破前述外銷切花之障礙，促成順利輸銷日本，增加農民收益。

燻蒸處理的藥劑濃度、處理時間、溫度、壓力、害蟲的發育時期以及切花的預措與否均會影響殺蟲效果及切花品質(王和林，1984)，其中壓力條件以減壓相較於常壓燻蒸處理具更好之殺蟲效果(何，1992)。在 1995 及 1997 年亦有報告指出蟲體之死亡與花卉保鮮之品質、燻蒸劑量之準確點、燻蒸環境條件包括溫度與壓力有關(Chen and Chang，1995；Karunaratne et al. ，1997b)。依據 Weller 和 Graver 的報告(1998)，燻蒸藥劑磷化氫相對於溴化甲烷、二氧化硫、氰酸及乙醛等對切花之傷害程度較輕，但無法殺死所有齡期之二點葉蟎、米象及粉蝨等，必需配合其他藥劑一起處理。1990 年 Yokoyama 等人以不同濃度的溴化甲烷在 21℃下燻蒸 2 小時後，比較害蟲卵的致死情形，可發現隨著使用濃度的增加，害蟲死亡率逐漸增加，當濃度達到 48 g/m^3 害蟲卵死亡率為 100 ％ (Yokoyama et. al.，1990)。1992 年何氏將菊花以 24 g/m^3 溴化甲烷燻蒸 150 分鐘經過 8 天後，黃秀鳳品系花及葉部皆無明顯藥害產生，但白秀鳳品系花部會產生嚴重萎凋及褐化，葉部則嚴重焦化及萎凋，幾乎無商品價值(何，1992)。溴化甲烷為具腐蝕性之毒性壓縮氣體，極易對農產品造成傷害；而磷化氫之分解物為磷酸及磷之氧化物，係屬弱酸對切花產品較無傷害，欲採用此二種氣體混合希能降低燻蒸對切花品質之影響。本試驗即為找出蟲體之死亡與花卉保鮮之品質、燻蒸劑量及時間、壓力之平衡點。

材料與方法

一、試驗材料

(一)花材：

試驗之大菊為夏季品系之`黃精競`和`白天星`及冬季品系之'黃秀鳳'和`白東洋`等四品種，成熟度為 3-4 分熟時採收，取自彰化田尾花卉生產合作社，切花品質屬於外銷等級，菊花於當日早上採收，使用塑膠袖套包裝，十支為一把，袖套上有打透氣孔，於 2 小時內運抵實驗室。運抵實驗室後進行蒸餾水之預措 4 小時及預冷作業，模擬外銷貯運過程，預措後裝箱冷藏於 3-5℃至隔天，再以不銹鋼 4 m^3 密閉之庫體進行減壓燻蒸處理。燻蒸後切花冷藏於 3-5℃冷藏庫四天，切花冷藏後出庫瓶插於蒸餾水中觀察，出庫之隔天(為第一天)進行藥害程度及花朵開放度調查。

(二)蟲樣(Tetranychus urticae)：

1. 二點葉蟎：

二點葉蟎為實驗室飼育，以花豆幼苗葉飼養。將供試昆蟲以透明塑膠杯(直徑 × 高＝9 ×6 cm)分裝，杯底以濾紙及棉花加濕以維持葉片水分防止乾枯，杯蓋挖空再以白網覆蓋，以保持透氣性。燻蒸前與花卉一起放置於低溫(3-5℃)環境中預冷，燻蒸後亦隨切花於 3-5℃冷藏庫冷藏四天，配合切花出庫的時間進行害蟲死亡率調查。

2. 非洲菊斑潛蠅(Liriomyza trifolii)：

非洲菊斑潛蠅採集自田尾地區非洲菊園，於實驗室飼育，以花豆幼苗之真葉飼養。殺蟲試驗時以菊花(`舞風車`)葉接蟲，將含供試害蟲之菊花葉以透明塑膠杯(直

徑 ×高＝9 ×6cm)分裝，杯底以濾紙及棉花加濕以維持葉片水分防止乾枯，杯蓋挖空再以白網覆蓋，以保持透氣性。燻蒸處理後第三天進行害蟲死亡率調查，卵之調查依本分局副分局長洪玉泉先生及農業試驗所錢景秦博士所指導之鏡檢法：產卵孔呈橢圓形，較小且分散；而取食孔則呈圓形，面積較大且呈聚集型(錢和古，1996)。或依 Parrella 和 Robb 在 1982 年之染色配方－酸性品紅溶液(lactophenol-acid fuchsin solution)：一份蒸餾水、一份石炭酸(Phenol)、一份乳酸(lactic acid)和兩份甘油(glycerine)之比例配製成 250 ml 之溶液，加 0.25 g 之品紅(fuchsin)，將菊花葉在此溶液中煮沸 3-5 分鐘，再經 3-5 小時冷卻後在觀察。

(三)藥品：

1.溴化甲烷(Methylbromide)：

藥劑溴化甲烷之成分為 100 ％ 由德城行代理進口，以稱重方式由負壓吸附送入庫體。

2.磷化氫(Phosphine)：

藥劑為嘉怡有限公司代理之快燻寶，快燻寶燻蒸片之主要成分為磷化鎂(Mg_3P_2)含量 66 ％ ，每片 3 公克，需水 0.8 g 來分解，在常溫下每一片之燻蒸片會產生 0.998 公克(約 1g)之磷化氫，相當於每立方米(m^3)有 718.8 ppm，常溫常壓下反應速率需要 3-5 天才會完全反應，所以在低壓下以加熱方式加速其化學反應，250 mmHg 加熱溫度為 90-100℃ 。

二、試驗方法

(一)斑潛蠅卵及不同幼蟲齡期對減壓燻蒸試驗之抗性情形

二點葉蟎以不分齡期同時進入減壓燻蒸庫燻蒸，而非洲菊斑潛蠅則取接卵後 1-19 日齡等各種齡期為試驗對象，以溴化甲烷 8 g/m^3 複合磷化氫 3 g/m^3 以 250 mmHg 進行 90 分鐘之減壓燻蒸處理。每一處理蟲數須至少有 30 個以上蟲體，燻蒸一次為一重複，每試驗為三重複。以探討各齡期之卵及幼蟲對減壓燻蒸之抗性情形，再以其結果進行下一步之試驗。

(二)不同燻蒸艙壓對二點葉蟎及非洲菊斑潛蠅之影響：

以 5 、250、500 mmHg 不同的壓力及對照組不燻蒸之處理，分別進行燻蒸處理，燻蒸的藥劑劑量為 12 g/m^3 溴化甲烷及 4 g/m^3 磷化氫進行 120 分鐘的燻蒸處理，燻蒸後冷藏四天後取出調查蟲死亡率。

(三)不同藥劑燻蒸對害蟲及切花之影響：

菊切花以 12 g/m^3 溴化甲烷與 4 g/m^3 磷化氫氣體單獨或組合、空白減壓處理對照及 4、8、12 及 16 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫氣體組合，分別進行燻蒸，燻蒸的壓力以燻蒸試驗結果為依據，燻蒸的時間為 120 分鐘，燻蒸後冷藏四天後取出調查蟲死亡率及切花藥害之評估與觀察。

(四)不同燻蒸時間對害蟲及切花之影響：

以前述之壓力及燻蒸劑等試驗結果為依據，進行 90、120、135、150 分鐘的燻蒸處理，燻蒸後冷藏四天後取出調查蟲死亡率及切花藥害之評估與觀察。

結果與討論

一、斑潛蠅卵及不同幼蟲齡期對減壓燻蒸試驗之抗性情形

燻蒸處理對不同齡期之非洲菊斑潛蠅之殺蟲試驗，以 8 g/m^3 溴化甲烷複合 3 g/m^3 磷化氫燻蒸壓力為 250 mmHg，進行 90 分鐘的燻蒸處理，結果以接卵後第 17-19 日之燻蒸效果最好，死亡率達 100% (表 1)；其次為接卵後第 4-16 日，校正死亡率在 68%～95%之間，而接卵後第 1～3 日較低，其校正死亡率低於 60%，尤其以接卵後第 2 日之校正死亡率 21.1%為最低%。

表 1. 減壓燻蒸對不同齡期之潛蠅試驗之抗性情形
Table1. The resistance of different stage of Liriomyza trifolii Burgess of fumigation with methylbromide 8 g/m^3 and phosphine 3 g/m^3 in 250mmHg for 90 minutes.

蟲齡		處理別	處理數	死蟲數	活蟲數	孵化率	校正死亡率
接卵後日數	齡期		(隻)	(隻)	(隻)	(%)	(%)^z
第 1 日	卵期	CK	93	1	92	98.9	1.1
		燻蒸	103	52	51	49.0	50.4
第 2 日		CK	101	2	99	97.7	2.3
		燻蒸	97	20	77	77.2	21.1
第 3 日		CK	75	3	72	95.8	4.2
		燻蒸	84	50	34	40.3	58.5
第 4 日		CK	86	2	84	97.2	2.8
	一齡蟲	燻蒸	91	65	26	-	69.9
第 5 日		CK	82	1	81	98.6	1.4
	二齡蟲	燻蒸	81	69	12	-	85.0
第 6 日		CK	97	3	94	96.7	3.3
	三齡蟲	燻蒸	106	88	18	-	82.5
第 7 日		CK	108	2	106	98.2	1.8
		燻蒸	123	94	28	-	75.6
第 8 日		CK	82	0	82	100	0
		燻蒸	95	66	29	-	68.4
第 9 日		CK	90	0	90	100	0
	蛹期	燻蒸	101	62	39	-	61.7
第 10 日		CK	109	2	107	98.2(羽化率)	1.8
		燻蒸	115	84	31	27.0(羽化率)	72.5
第 11 日		CK	90	9	81	90.0(羽化率)	10.0
		燻蒸	90	84	6	6.7(羽化率)	92.6
第 12 日		CK	90	5	85	94.4 (羽化率)	5.6
		燻蒸	90	82	8	8.9(羽化率)	90.6
第 13 日		CK	90	4	86	95.6(羽化率)	4.4
		燻蒸	90	85	5	5.6(羽化率)	94.3
第 14 日		CK	90	4	86	95.6(羽化率)	4.4
		燻蒸	90	79	11	12.2(羽化率)	87.2
第 15 日		CK	90	6	84	93.3(羽化率)	6.7
		燻蒸	90	80	10	11.1(羽化率)	88.1
第 16 日		CK	90	3	87	96.7(羽化率)	3.3
	成蟲	燻蒸	90	86	4	4.4(羽化率)	95.4
第 17 日		CK	90	0	90	-	0
		燻蒸	90	90	0	-	100
第 18 日		CK	90	0	90	-	0
		燻蒸	90	90	0	-	100
第 19 日		CK	90	0	90	-	0
		燻蒸	90	90	0	-	100

^{Z}:corrective mortality＝(mortality of treatment－mortality of CK) / (1－mortality of CK)

依錢氏和古氏 1996 的報告指出，非洲菊斑潛蠅在 25℃下，一代發育週期為 16.6 天，卵期 3.3 天、幼蟲期為 4.6 天(一齡蟲 0.9 天、二齡蟲 0.9 天、三齡蟲 2.8 天)、蛹期 8.6 天。故採

卵後 1～3 日為卵期，第 4～9 日為幼蟲期，其中第 7～9 日為三齡蟲，第 10～16 日為蛹期，第 17～19 日為成蟲，所以以 8 g/m^3 溴化甲烷複合 3 g/m^3 磷化氫燻蒸壓力為 250 mmHg 之減壓燻蒸，以卵期最耐，尤其接卵後第 2 日之齡期最耐燻蒸，故以非洲菊斑潛蠅第二天卵齡之卵進行不同燻蒸劑量、壓力及時間之試驗。二點葉蟎雖無進行齡期抗性試驗，而 Kawakami 等人 1996 年之研究指出以 10 g/m^3 溴化甲烷、3 g/m^3 磷化氫及 5 ％ CO_2 之混合氣體在 10℃中燻蒸 4 小時，二點葉蟎若蛛期及成蟲之死亡率達 100％，卵之死亡率為 96.9 ％，而薊馬若蟲及成蟲在 10℃中燻蒸 3 小時之死亡率達 100 ％；而在 15℃中燻蒸 4 小時之處理，二點葉蟎若蛛期及卵之死亡率則為 100％(Kawakami et al.，1996)。

二、不同燻蒸艙壓對二點葉蟎及非洲菊斑潛蠅之影響：

以 12 g/m^3 溴化甲烷及 4 g/m^3 磷化氫燻蒸 120 分鐘，於 5、250 及 500 mmHg 之艙壓下燻蒸，二點葉蟎之校正死亡率分別為 98.5％、99.98％及 99.8％，對照組即未燻蒸者為 20.3％(表 2)；非洲菊斑潛蠅於 115、250 及 500 mmHg 之艙壓下之校正死亡率分別為 100％、100％及 92.4％，而未燻蒸之對照組其死亡率為 1.7％(表 3)。二點葉蟎未進行齡期之抗性試驗，但在不同壓力試驗時發現燻蒸艙壓 500 mmHg 之處理組其所存活者皆為當時為卵期之若蟎，而在 5 mmHg 之燻蒸處理組之存活者皆為成蟎，且存活之蟎數較多，所以不同艙壓之試驗須兼顧二點葉蟎之卵期及成蟎兩者皆存活率低之艙壓組。幾近真空之殺蟲率下降，是否因為害蟲之氣門因低壓關閉，造成燻蒸效果下降，有待昆蟲學者之探討。在品質方面，`白天星`與`黃秀鳳`的品質不論在何種艙壓下之燻蒸處理後皆與未燻蒸處理對照組無異；而`黃精競`則產生舌狀花瓣基部外觀輕微黃褐化及管狀花二分之一開放緩慢，且壓力越低藥害之症狀越明顯(圖 1)。

表 2. 不同之燻蒸艙壓對二點葉蟎致死率之影響

Table 2. The effect of different pressure of fumigation with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 on the mortality of Tetranychus urticase.

Pressure (mmHg)	No. Test	No.Dead	No. srvivor	corrective mortality (%)^Z
C K	5227	1051	4176	20.3
500	5249	5245	4	99.8
250	7349	7348	1	99.98
5	5813	5745	68	98.5

The mode of fumigation is with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 for 120minutes.
^{Z}: corrective mortality＝(mortality of treatment－mortality of CK) / (1－mortality of CK)

表 3. 不同燻蒸艙壓對斑潛蠅卵致死率之影響

Table 3. The effect of different pressure of fumigation with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 on the mortality of eggs of Liriomyza trifolii Burgess.

Pressure (mmHg)	No. Test	No. Dead	No. Survivor	Emergence (%)	corrective mortality (%)^Z
CK	116	2	114	98.3	1.7
115 mmHg	119	119	0	0	100
250 mmHg	112	112	0	0	100
500 mmHg	108	100	8	7.5	92.4

The mode of fumigation is with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 for 120minutes.
^{Z}: corrective mortality＝(mortality of treatment－mortality of CK) / (1－mortality of CK)

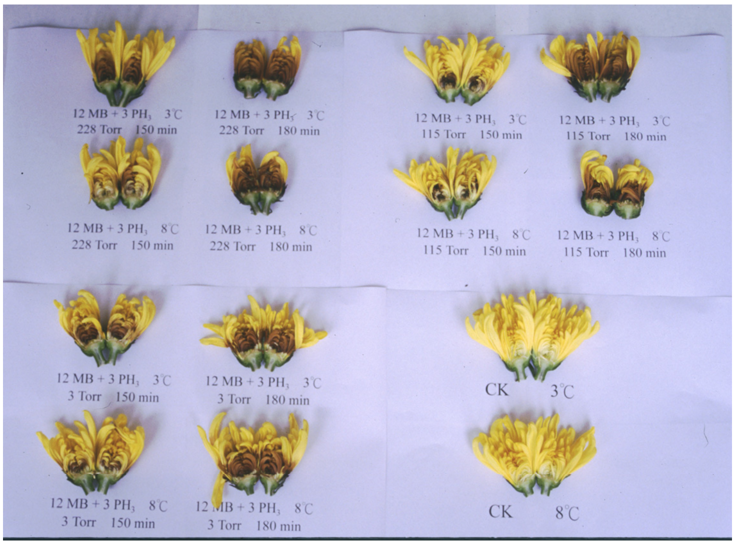


圖 1. 不同之燻蒸壓力對‘黃精競’花部縱剖面之第三天情形

Fig 1. Comparison of phytotoxicity of chrysanthemum cultivar ‘Hung Chin Jen’ with different pressure after fumigation in third day after storage in 4℃ for 4 days after treatment.

三、不同藥劑燻蒸對害蟲及切花之影響：

溴化甲烷具腐蝕性極易對農產品造成傷害，故混合磷化氫希可減少溴化甲烷用量，並降低對切花之傷害及提高殺蟲效果。以未燻蒸、無藥劑減壓燻蒸、4 g/m^3 磷化氫及 12 g/m^3 溴化甲烷兩種藥劑之單獨或組合於艙壓 250 mmHg 下進行 120 分鐘之減壓燻蒸處理，二點葉蟎之致死率分別為 18.1%、36.0%、46.9%、72.8%及 99.99%(表 4)，不投藥只減壓之處理亦有一些殺蟲效果，單一藥劑溴化甲烷之燻蒸效果比磷化氫好，以組合藥劑之處理之殺蟲效果最好。Weller 和 Graver 的報告(1998)指出，燻蒸藥劑磷化氫相對於溴化甲烷、二氧化硫、氰酸及乙醛等對切花之傷害程度較輕，但無法殺死所有齡期之二點葉蟎、米象及粉蝨等，必需配合其他藥劑一起處理(Weller＆Graver，1998)。以 4、8、12 及 16 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫於艙壓 250 mmHg 下進行二小時之減壓燻蒸處理，非洲斑潛蠅之致死率分別 0、70.4、87.8、100 及 100%(表 5)。以 8 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫減壓燻蒸處理後之品質，`黃精競`產生舌狀花瓣基部外觀輕微黃褐化及管狀花二分之一開放緩慢，而白天星`與`黃秀鳳`之品質則與未燻蒸處理對照組無差異；而以 12 $g/m^3$ 溴化甲烷配合 4 $g/m^3$ 磷化氫減壓燻蒸處理後之品質方面，`黃精競`則花托部位剖面組織輕微黃化、壞疽，管狀花瓣基部連接處組織輕微黃化，舌狀花瓣基部褐化，管狀花二分之一開放停滯，中心花瓣基部褐化，下位葉葉面超過二分之一黃化葉緣失水嚴重，而`白天星`與`黃秀鳳`之品質仍與未燻蒸處理組無差異。1997 年 Karunaratne 等人之研究報告顯示，以磷化氫 100、500、4000 及 8000 μl/l 燻蒸 6 小時對帝王花(Protea)及鬱金香(Tulip)之藥害及瓶插壽命影響，除 8000 μl/l 處理組外其他並無顯著差異；但增加磷化氫之燻蒸藥量會降低袋鼠花、帝王花之瓶插壽命(Karunaratne et al.，1997b)。使用磷化氫 1 g/m^3 燻蒸 15 小時後雖然有明顯之傷害，但仍為可售之切花；但磷化氫 2 g/m^3 燻蒸 15 小時後，有 30 % 之切花不能上架出售(Weller 和 Grave，1998)。為了降低溴化甲烷對切花之傷害，必需降溴化甲烷之劑量，單獨使用溴化甲烷時其殺蟲率只達 72.8 % ，配合磷化氫之使用，效果即達 99 % 以上，顯示複合藥劑之效果良好。切花藥害評估方面，`黃精競`及`白東洋`容易產生藥害，尤其`黃精競`較嚴重，而`黃秀鳳`及`白天星`幾乎無藥害，品種間之差異很大，仍有進一步之研究探討。

表 4. 藥劑組合對二點葉蟎致死率之影響
Table 4. The effect of different complex of methylbromide and phosphine reduced pressure to 250 mmHg on the mortality of *Tetranychus urticase*.

Dosage (MBr/PH^3)	Pressure (mmHg)	Time (min)	Mortality (%)	number of dead/ number of test
CK			18.1	548/3379
0/0	250	120	36.0	1478/4147
0/4g	250	120	46.9	3146/6926
12g/0	250	120	72.8	4771/6575
12g/4g	250	120	99.99	8343/8344

表 5. 不同燻蒸劑劑量對斑潛蠅卵致死率之影響
Table 5. The effect of different complex of methylbromide and phosphine reduced pressure to 250 mmHg on the mortality of eggs of *Liriomyza trifolii* Burgess.

Dosage (MBr/PH_3)	Pressure (mmHg)	Time (min)	Mortality (%)	number of dead/ number of test
CK			18.1	548/3379
0/0	250	120	36.0	1478/4147
0/4g	250	120	46.9	3146/6926
12g/0	250	120	72.8	4771/6575
12g/4g	250	120	99.99	8343/8344

The mode of fumigation is with methylbromide and phosphine for 120minutes in 250 mmHg of pressure.
Z: corrective mortality＝(mortality of treatment－mortality of CK) / (1－mortality of CK)

四、不同燻蒸時間對害蟲及切花之影響：

以 12 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫於 250 mmHg 艙壓下進行 90、120、135 及 150 分鐘的減壓燻蒸處理，二點葉蟎之致死率分別爲 98.9 ％ 、99.99 ％ 、100 ％ 及 100 ％ (表 6)。非洲菊斑潛蠅以 90、120 及 135 分鐘的燻蒸處理之致死率分別爲 89.7%、100%及 100%(表 7)。在減壓燻蒸處理後之品質方面，150 分鐘減壓燻蒸處理組之`白天星`與`黃秀鳳`外觀上仍無藥害之症狀(圖 2)，但花朵開放度有些微降低但差異不顯著，其他處理組之花朵開放度與未燻蒸處理組則無明顯差異。

Karunaratne 等人 1997 年之研究，薊馬處理磷化氫 300 µl/l 二小時於 18 小時後完全死亡；而蘋果蠹蛾幼蟲以磷化氫 2500 µl/l 燻蒸 6 小時之結果最好，死亡率達 100 ％ (Karunaratne et al.，1997a)。Kawakami 等人 1996 年對 6 種栽培種菊花之切花作燻蒸試驗，以 10 g/m^3 溴化甲烷、3 g/m^3 磷化氫及 5 ％ CO_2 之混合氣體在 15℃中燻蒸 4 小時，貯藏 15 天之後，白秀鳳(Shuhonochikara) 、黃秀鳳(Shuhonohikari) 、Fukumusume 並未有明顯之藥害;然而在 20℃中燻蒸 3 小時，`Fukumusume`則有葉黃白化、葉緣焦枯、灰色斑點、花瓣褪色及花朵不開放等症狀(Kawakami et al.，1996)。

表 6. 不同燻蒸時間對二點葉蟎致死率之影響

Table 6. The effect of different time of fumigation with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 reduced pressure to 250 mmHg on the mortality of *Tetranychus urticase*.

Time(min)	Mortality(%)	number of dead / number for test
CK	16.0	347 / 2155
90	98.9	6734 / 6819
120	99.9	12866 / 12867
135	100	10486 / 10486
150	100	10307 / 10307

The mode of fumigation is with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 in pressure of 250 mmHg.

表 7. 不同燻蒸時間對斑潛蠅卵致死率之影響

Table 7. The effect of different time of fumigation with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 reduced pressure to 250 mmHg on the mortality of eggs of *Liriomyza trifolii* Burgess.

Time(min)	No. Test	No. Dead	No. Surviror	Emergence (%)	corrective mortality(%)^z
CK					
90	107	96	11	10.2	89.7
120	117	117	0	0	100
135	110	110	0	0	100

圖 2. 不同燻蒸時間對‘黃秀鳳’燻蒸後第 7 天之情形

Fig 2. Comparison of phytotoxicity of ‘Hung Sho Fong’ chrysanthemum with different time of fumigation in 7th day after storage in 4℃ for 4 days after treatment.

結　論

綜合以上之結果，在兼顧切花品質及達到檢疫殺蟲目的，外銷菊花之減壓燻蒸處理應以 12 g/m^3 溴化甲烷及 4 g/m^3 磷化氫艙壓 250 mmHg，進行 135 分鐘的減壓燻蒸為較理想之處理。目前經燻蒸處理之種類中，唐菖蒲、文心蘭、洋桔梗及多數之菊花(‘黃秀鳳’、‘白天星’、多花菊類…等)等為耐溴化甲烷燻蒸者，而馬拉巴栗、結球萵苣及少數菊花品種(‘黃精競’、‘白東洋’…等)則為不耐溴化甲烷燻蒸者。不同作物或不同品系間，對於燻蒸藥劑各具有不同感受性，此為減壓燻蒸處理的極大挑戰，猶有待克服，以開發更理想的檢疫殺蟲處理，期能協助我國切花大量外銷日本市場，以增加花農收益。

未來希望能將減壓燻蒸應用在水果外銷上，因台灣水果種類多，加上農民栽培技術高，生產之水果品質優良且產量高，堪稱水果王國，諸如芒果、木瓜、蓮霧、印度棗、番石榴‥等，但台灣為東方果實蠅的疫區，肇致台灣水果外銷的重要限制因子，目前能夠外銷的水果僅靠冷藏處理(輸日之葡萄、柑桔及輸美之荔枝、楊桃等)、蒸熱處理(輸日之芒果)，及蒸熱加冷藏處理(輸日之荔枝)；而蓮霧、印度棗、番石榴‥等高品質水果，則不能依上述方法處理，而無法外銷。以化學之減壓燻蒸處理果品首要克服的藥劑殘留之問題，依 2004 年相馬幸博等人將二十世紀梨以磷化氫 1.63 g/m^3 燻蒸 24 小時經過一天之後，磷化氫之殘留小於 1 ppb(億萬分之一)，美國果實類之殘留基準值為 10 ppb，故無藥劑殘留之慮。1997 年 Soma 等人以磷化氫 1.5 及 3 g/m^3 蒸巨峰葡萄 24 小時理，評估品質障害與對照組並無差異。故本分局冀期未來能以化學之減壓燻蒸處理果品，以克服檢疫處理之瓶頸，突破拓展我水果之外銷限制因子，解決農產品生產過剩問題及增加農民收益。

參考文獻

1.八十九年農業貿易統計要覽。2001。行政院農業委員會出版。

2.王清玲。1988。台灣新侵入之園藝作物害蟲簡介。中華昆蟲特刊第二號果樹害蟲綜合防治研討會：145-153。

3.王清玲、林瑞桐。1984。銷日菊花害蟲檢疫處理前處理-燻蒸法與煙燻法之利用。中華農業研究 33(1):88-93。

4.何健鎔。1992。溴化甲烷減壓燻蒸檢疫處理對菊花切花害蟲及害蟎之效果。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文 72pp。台灣台中。

5.林鳳琪、王清玲。1989。非洲菊斑潛蠅之田間偵測。中華昆蟲特刊第四號。蔬菜害蟲綜合防治研討會：59-69。

6.洪玉泉、蘇宗宏。2000。非洲菊斑潛蠅(Liriomyza trifolii)(雙翅目：潛葉蠅科)對不同品種非洲菊之危害。中華昆蟲 20:215-223。

7.黃肇家。1998。本省菊花銷日採收後處理之問題與改善。唐菖蒲、百合及菊花研究現況與產業發展研討會專刊。台中區農業改良場編印 p203-213。

8.黃肇家。2003。‘農試文保一號’與 1-MCP 對文心蘭切花經模擬銷日運輸及檢疫燻蒸之保鮮效果。中國園藝 49(1):55-62。

9.黃肇家、李仍亮、陳文輝、郭坤峰、許憲展、賴本智。2003。臺灣外銷花卉產業發展研究報告。財團法人中正農業科技社會公益基金會編印。第六號 97pp。

10.黃麗娟。1995。外銷花卉所面臨的問題。台灣熱帶花卉產業發展研討會專輯 p55-65。台灣屏東。

11.錢景秦、古琇芷。1996。非洲菊斑潛蠅之形態、生活史及繁殖力。中華農業研究 45:69-88。

12.相馬幸博、後藤睦郎、小川　昇、島健幸、秋山憲彥、有明　輝。2004。リン化水素による輸出用二十世紀梨の消毒試驗　3.果実中のリン化水素殘留量。植防研報 40:13-17。

13.Bene, G. D., E. Gangani, and S. Landi. 1994. Integrated pest control in greenhouse

chrysanthemums. Acta Hort. 361:470-477.
14.Chen, F. Y. and F. C. Chang. 1995. Elimination of Kishida leaf mites infested in chrysanthemum cut flowers by use of reducing atmospheric pressure fumigation method. 經濟部商品檢驗局台中分局試驗報告。
15.Hartsell, P. L., C. T. Jane, and V. V. Patric. 1991. Methyl bromide residues and desorption rates from unshelled walnuts fumigated with a quarantine treatment for codling moth (Lepidoptera : Tortricidae). J. Econ. Entomol. 84(4):1294-1297.
16.Karunaratne, C., G. A. Moore, R. B. Jones, and R. F. Ryan. 1997a. Phosphine and its effect on some common insects in cut flowers. Postharvest Biology and Technology. 10:255-262.
17.Karunaratne, C., G. A. Moore, R. B. Jones, and R. F. Ryan. 1997b. Vase life of some cut flowers following fumigation with phosphine. HortScience 32(5):900-902.
18.Kawakami, F., Y. Soma., T. Tsutsumi., T. Sato., T. Yuge., M. Yamamoto., H. Komatsu, and T. Inoue. 1996. Disinfestation of pests on cut flowers with gas mixtures of methyl bromide, phosphine and carbon dioxinde. Res. Bull. Pl. Prot. Japan 32:39-46.
19.Lindquist, R. K. 1983. New greenhouse pests, with particular refrence to the leafminer, Liriomyza trifolii. Proc. 10th Int. Congr. Pl. Port. Brighton, England. 3:1087-1094.
20.Parrella, M. P. and K. L. Robb. 1982. A technique for staining the eggs of Liriomyza trifolii in chrysanthemums, celery and tomato leaves. J. Econ. Entomol. 75:383-384.
21.Sisler, E. C., E. Dupille, and M. Serek. 1996. Effect of 1-methylopropene and methylenecyclopropane on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. Plant Growth Reg. 18:79-96.
22.Soma, Y., T. Ikeda, T. Misumi, and F. Kawakami. 1997. Chemical injury of `Kyoho` grapes and mortality for two-spotted spider mite fumigated with Phosphine and mixtures of Phosphine and Methyl bromide. Res. Bull. Pl. Prot. Japan 33:91-93.
23.Wang, C. L. and F. C. Lin. 1988. A newly invaded insect pest Liriomyza trifolii (Diptera: Agromyzidae) in Taiwan. Jour. Agric. Res. China. 37:453-457.
24.Weller, G. L. and J. E. van S. Graver. 1998. Cut flower disinfestations : Assessment of replacement fumigants for methyl bromide. Postharvest Biology and Technology. 14:325-333.
25.Yokoyama, V. Y., T. M. Gina, and L. H. Preston. 1990. Evaluation of a methyl bromide quarantine treatment to control codling moth (Lepidoptera : Tortricidae) on nectarine cultivars proposed for export to Japan. J. Econ. Entomol. 83(2):466-471.

The Study of Hypobaric Fumigation on Cut Fowers of Export

Hung-Yi Chen[1] and Shu-Fen Lai[2]
Section Chief[1] , Assistant Specialist[2] Division of Plant Quarantine of Taichung Branch Office
Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine.

Summary

The best resistance stage of Liriomyza trifolii Burgess is the second day of eggs for fumigation with methylbromide 8 g/m^3 and phosphine 3 g/m^3 in 250mmHg for 90 minutes. The mortality of Tetranychus urticase and Liriomyza trifolii Burgess were no difference in different pressures of fumigation. The best mortality is 99.9 % and 100% with 250 mmHg pressure of fumigation. In different treatments of fumigant, the mortality of Tetranychus urticase is 46.9 %, 72.8 % and 99.9 % with Phosphine 4 g/m^3, Methylbromide 12 g/m^3 and combining with both fumigants. In different concentration of Methylbromide and combining Phosphine 4 g/m^3 of fumigant, the mortality of Liriomyza trifolii Burgess is 70.4 %, 87.7 %, 100 and 100 % . In fumigation time of 90, 120, 135 and 150 mins, the mortality of Tetranychus urticase are 98.8 %, 99.9 %, 100 % and 100 % respectively. In fumigation time of 90, 120 and 135 mins, the mortality of Liriomyza trifolii Burgess are 89.7 %, 100 % and 100 % respectively. About phytotoxicity of pressure and fumigant concentration, there were no symptom of toxicity in chrysanthemum cultivar of 'Huang Sho Fong' and 'Pai Ten Sing'. But there were black-brown color of basal petal after fumigation with 'Hung Chin Jen' and 'Pai Don Young'. There were no symptom of toxicity in 'Hung Sho Fong' with Methylbromide 12 g/m^3 combining with Phosphine 4 g/m^3, but the long time of fumigation reduced the levels of flower-opening. But for the quality of cutflower, the best combination is 135 min of fumigation with 250 mmHg of pressure and mixture of Methylbromide 12 g/m^3 and Phosphine 4 g/m^3.

Key words: hypobaric fumigation, *Tetranychus urticase, Liriomyza trifolii*, chrysanthemum, cut flower, Methylbromide, Phosphine

台灣園產品預冷的研究與推廣

李允中[1] 林棟樑[2]
台灣大學生物產業機電工程學系副教授[1]、台南區農業改良場副研究員[2]

摘 要

短期葉菜類的預冷保鮮；小包裝蔬菜包裝前預冷；國軍副食及學校營養午餐蔬菜利用預冷提高供貨品質；蔬菜冷藏產銷調節；及蔬菜外銷保鮮處理上等園產作物的採後溫度管理技術在台灣已經普遍的使用。這些技術的推廣教育工作起源於 80 年代，經過政府 20 年的計畫輔導，現在壓差預冷、水冷與真空冷卻設備普遍的設置於各共同運銷點，預冷設備的使用促使園產品品質提高，農民與消費者都因而蒙利。本文回顧 20 年來有關園產品的預冷研究與推廣狀況。

關健字：預冷、蔬菜、水果

前 言

園產品在收穫後仍是一個具有生命力的個體，它們會持續的呼吸，產生二氧化碳、水蒸汽、呼吸熱，並產生催化生理活性的氣體乙烯。有些園產品甚至因離開植物本體而有更旺盛的呼吸作用，強烈的呼吸消耗了養分，造成細胞黃化、萎凋、老化，且容易遭受微生物侵害而腐爛。因此園產品在收穫後，是一個逐漸喪失商品價值的過程，為了減緩這個過程，已至提高其商品價值，而有一連串的處理作業稱作收穫後處理作業，包括：清洗、選別、分級、包裝、預冷、儲藏等等作業程序。其中清洗、選別、分級與包裝，是用區隔良莠產品，由價格差異來提高產品的收益；而預冷與儲藏則是使產品品質在銷售或消費時仍能保持最佳狀況。

農產品在收穫後的損失，所失去的是即將獲得的利益，是最無法獲得彌補的。運銷中量的損失往往是最容易被注意到的，從早期到目前的調查顯示，收穫後損耗的比例已經有明顯的改善。以甘藍為例，25 年前的運銷損耗約為 30%（重量比率）；近年來的損耗則降低到約 9%（成本比率）。這些損耗的降低主要是運銷觀念、作業方式、包裝方式的改變。但是品質的損失而無法獲得高的收益是較難以計算的。以生理活性較高的蔬菜與花卉如：甘藍、蘿蔔、菊花和生理活性較低的水果柑橘、西瓜比較，前者的運銷損耗成本的比率總介於 5-10%之間；而後者大多只在 2-3%之間，甚至更低。而稻米的運銷損耗成本僅有 1.4%。運銷的損耗主要來至品質的降低，溫度是影響品質的主要因素，因此預冷與冷藏是降低運銷損失目前最重要的途徑。因此近年來農政單位推廣許多相關政策，其中當然包括低溫運銷鏈的建立以減少品質的劣變。

預 冷

在收穫前農產品長在田裡，接受太陽的照射、炙熱土地的反射與從根部傳上來的熱、四周熱空氣的熱等等，這些熱量總稱田間熱都會隨著收穫農產品帶回集貨場。收穫後的農產品仍是成熟的生物，它要呼吸而且快速的呼吸。呼吸使生命延續，但也發出很多的呼吸熱，和散發出很多的水氣。愈熱呼吸愈快，呼吸愈快發熱愈多。到了集貨場趕快讓農作物降溫是解決發熱的唯一方法，但是農產品必須趕快包裝，趕著送上運銷卡車。在紙箱或塑膠籃框內的農產品擠在一起，熱氣淤積不能消散，如此惡性循環，整箱的產品的溫度就高起來。從台灣中南部運輸到台北果菜批發市場的蔬菜，平均溫度常高達 35-40。溫度管理是

確保園產品品質最重要的工作，園產品在高溫停留的時間越長，商品價值越低。在低溫運銷鏈有一個觀念稱爲時間-溫度容忍值 TTT (time - temperature tolerance)，溫度對於產品會產生不可逆的累積劣變，溫度越高容許度越低。能在短時間將園產品的溫度降低，並維持在低溫的環境中，這就是園產品低溫運銷鏈所要達到的。各種園產品的時間-溫度容忍值的差異很大，陳等（1989-1993）曾以五年時間完成台灣主要的 84 種蔬菜的時間-溫度容忍值的研究；並將研究的結果摘要成書（陳與錢 1993）。於 2003 年完成台灣水果之貯藏，書中除貯藏條件外，並介紹主要的預冷方法、各種果蔬產品適當的預冷方法與出口檢疫處理等技術（陳與錢 2003）。

預冷顧名思義是預先冷卻，本來是指園產品冷藏時須短時間大量入庫，這樣會造成冷藏庫無法應付的負荷，有時常需數天後才能達到冷藏溫度，此時產品的品質已經急遽的降低，大大的降低商品價值與儲藏的壽命。爲避免冷藏庫的集中負荷，又要縮短進庫所耗費的時間，產品必須預先快速的冷卻。現在常將產品在進入冷藏庫或運銷通道或加工程序前的快速冷卻通稱爲預冷。

目前常採用的預冷方法有：冰水預冷、空氣預冷、真空預冷與碎冰預冷等等方法。預冷作業最講求的是降溫速率，影響降溫速率的主要因素有：冷卻介質與產品間的溫度差；冷卻介質的熱容量、流動速度；產品與介質的接觸程度；產品的熱性質；產品的形狀。不同的產品有不一樣的冷卻特性，與產品性質。張等（1994）以不同預冷方法，將綁成束的小白菜，從 25 使降溫到 5，水冷需 5-6 分鐘，強風壓差預冷需 20-25 分鐘，真空預冷需 4-5 分鐘。但不同的蔬菜有不一樣的適用性。例如韭菜適合以強風壓差預冷或真空預冷，不適以水冷，小白菜以三種預冷方法均可。陳（1989）曾摘列文獻上的各種果蔬產品適當的預冷方法。

冰水預冷

冰水預冷是以冰水爲冷卻介質，以冰水流過方式分淋水式與浸水式；以產品通過方式分爲批式與連續式。淋水式將冰水由產品頂部沖淋而下，流速快表面熱傳速率大，但是流失到外界的熱損失大；浸水式將產品浸漬在冰水中，以冰水流動進入產品包裝內，但往往因流動阻力過大，包裝箱內外冰水的交換困難，但設備保溫容易，熱損失小。淋水式的單位面積淋水量必須高達 5-10 $l/m^2 \cdot s$。連續式以滾輪或鏈條輸送機將產品連續通過冷卻室；批式則將產品推入或以起重吊車將產品吊入冷卻室或冷卻槽。冰水的產生可以直接來自冷凍系統的冰水機，或使用儲冰系統以冰水槽在非作業時間以製冷系統製冰儲存，作業間融化產生冰水，以降低用電尖峰。另外由於冰水循環使用會累積有機質與腐敗微生物而污染產品，因此須隨時注意冰水槽水質，並加入 100ppm 的氯水消毒。

斗南農會竹筍產銷班使用批式浸水的冰水冷卻機（李等，1991）；六腳鄉農會曾經設置甜玉米淋水式冰水冷卻機（鄭等 1991）。斗南農會之浸水式預冷機使用十年後報廢，並更新爲儲冰式浸水冷卻機，可以在夜間製造冰塊，平抑白天使用時的負荷尖峰。冰水冷卻比空氣冷卻降溫速率快，但目前低溫運銷管道尚未完整，帶水的園產品升溫時容易腐爛，且消費者也認爲浸泡過水的產品品質較差，因此推廣較爲困難。但台北近郊供應市區內消費的葉菜類，因普遍使用冷藏運銷車，且直接陳列於超市低溫陳列櫃，產銷班都設置小型浸漬式的水冷設備，近來也有小型批式淋水設備的商品出現。

空氣預冷

使用空氣爲冷卻媒體的冷卻方法分爲室冷預冷法與壓差預冷法兩種。室冷預冷法使用一般的冷藏庫，將產品直接放入冷藏庫內。正確的室冷作業應該保持冷風充分循環，在產品周圍的風速應有 1-2 m/s 以上，包裝箱必需透氣良好，堆積宜保持冷風流暢。室冷法的優

點是設備與操作簡單，但降溫速率過慢。室冷法是台灣最普遍的預冷方法，但是使用者常將一般的組合式冷藏庫當作預冷庫。一般 2.1m 高的冷藏庫的設計負荷每坪為 2kw，約為室冷預冷庫所需的而已。農產品儲藏適當的通風速度 0.01-0.1 m/s，在台灣的組合式冷藏庫的設計風量偏高，約為 0.5 m/s，但仍不足於室冷預冷庫的設計標準。

壓差預冷使用風扇在包裝箱的的一側抽氣，使包裝箱的兩側產生壓力差，而造成箱內氣體的強制對流，促進箱內外氣體的交換，與加快空氣的流速，因而加速降溫。依照產品的堆疊、排列方式可以分為隧道吸引式與壁面吸引式兩種。為了產生足夠的氣流，壓差風扇在 50mmAq 的靜壓下，必須能為每公斤的產品產生 0.05CMM 的風量。降溫速率隨壓差風量而增快，但使用動力消耗也加大。壓差預冷法具有室冷預冷法的優點，可以使用於大部份產品，而且壓差預冷庫也可以當冷藏庫用。唯一的缺點是產品須依照一定的方式堆積排列，若不然抽氣時壓差無法形成，效率大打折扣；作業較為繁瑣，且使用容積大為降低。

空氣預冷適用性廣泛，葉菜、瓜果採收後以強風壓差預冷，再以塑膠袋包裝，貯於適當之低溫，可以延長保鮮期限。青梗白菜適貯於 0 ℃，保鮮 21 天；莧菜在 10 ℃，保鮮 10 天；苦瓜 5 ℃，保鮮 10 天；草莓預冷後，若再灌充 10%二氧化碳，貯於 0 ℃，可有效抑制灰黴病，保鮮 30-40 天（張等，1996）。苦瓜、茄子、胡瓜、豇豆等果菜類在 0 ℃冷藏室中利用強制送風之方式，以約 3 m/sec 之風速，可以使苦瓜於 5 小時、茄子於 4.5 小時、胡瓜於 7 小時、豇豆於 3 小時內達到 7/8 冷期，而靜置冷卻則均需 20 小時以上（柯與蔡，1991）。包裝對預冷是一種阻礙，對於子母包裝的青梗白菜，PE 袋裝的產品之半冷期為結束包裝的 1.5 倍（李，1993）。而在冷藏庫內入不使用壓差冷卻，紙箱開孔只是增加不到十倍的表面熱傳速率，因此紙箱雖然有開孔，但箱內的甘藍降溫速率的改變仍舊很有限（李與季，1994）。壓差預冷設備是國內推廣最多的預冷設備，有關設計的基本理論數據、電腦模擬、現場驗證分別由林(2000)與杜（2000）撰寫博士與碩士論文一篇，其部分內容可以參閱杜（1999）。

早期台灣研究推廣的是簡易壓差預冷設備（鍾，1989；李 1991），在冷藏庫內裝設一個有壓差風扇的移動式抽氣櫃。在近幾年來壓差預冷庫的補助是農政單位推廣低溫運銷鏈的主要政策，成功的案例很多，如：梓官鄉農會的蔬菜集貨場，台南區農業改良場轄區的許多蔬菜產銷的合作農場，以及大湖地區草莓的預冷等等不勝枚舉都是以隧道吸引式的設計；壁面吸引式的實例有田尾地區的外銷菊花預冷設備。

真空預冷法

壓力越低，水的沸點越低，正常的氣壓是 750Torr 左右，水在 100 沸騰；而在 4.5Torr 的壓力下，水在沸騰了。真空冷卻是一種快速的沸騰蒸發，農產品在真空的狀態，因水分沸騰，急速的吸收蒸發熱而冷卻下來。真空預冷當然會有失重，溫度每降低 5℃約要損失 1%重量，只是比壓差預冷多一點，但是這是均勻的損失，不像壓差預冷有水分損失的不均勻。均勻的失重也代表均勻的降溫，這是其他冷卻方法所不及的。

這種方法不受包裝限制，甚至塑膠袋裝的產品只要有很小的洞口，就可以作真空冷卻，故可以作子母包裝的產品的冷卻。真空冷卻只要葉片大、水分多得產品都適合。甚至各種菇類的托盤包裝只要刺些小孔就可以。各種花卉，菊花、劍蘭與康乃馨都適用。

真空冷卻設備主要包括真空庫體、真空泵、水汽凝結裝置與製冷系統，初期投資較大，但處理時間大量縮短，依據 20 公斤紙箱裝小白菜的降溫速率實驗數據圖，真空預冷達到冷期約需 20 分鐘，壓差冷卻法約需 120 分鐘，室冷法需要 720 分鐘以上。且真空冷卻法堆積密度高，沒有堆積的限制，進出庫時間縮短。但是設備成本有一個較高的基本值，每批處理 500-1000 公斤是經濟處理規模的下限。真空預冷法是美國結球萵苣的標準預冷方法，日本也積極推廣，成為農協的最愛。沖繩地區以真空預冷法大量預冷菊花供應日本本土，對台灣菊花外銷形成壓力。日本於 70 年代開始研究美國的真空預冷設備，於 80 年代漸漸推

廣普及。國內郭與蕭（1987）開始發表蔬菜真空預冷的研究論文， 1999 台灣大學農機系接受恒資有限公司委託，以產學合作形式，開發完成國人自製的真空預冷系統，其後兩年許多廠家競相模仿製造，其推廣過程由林（2005）另文介紹。

碎冰預冷法

碎冰預冷法是在包裝箱內加碎冰，以碎冰融解吸收融解潛熱，來降低產品溫度。其特點是可以在運銷路途上冷卻，尤其適合沒有冷藏與低溫運銷設備的情況。碎冰可購買製冰廠所產的大型冰塊，以槌碎機粉碎，或用刮面熱交換機的製冰機產生，並儲藏於機器下方的冷藏庫（陳與李，1991）。

碎冰冷卻法簡單，但是碎冰增加運輸重量與成本，必須使用耐水包裝箱，以及造成運輸途中的滲漏。只適合少數不怕寒害與水傷的產品。此方法大多用於西螺地區的芹菜運銷。在美國有特殊的機器可以產生碎冰與水的冰泥，用機器或注射槍將冰泥注入青花菜的箱中，冰水濾出，碎冰堆積充滿於箱內青花菜的空隙，這是碎冰法最成功的實例（李與李，1990）。

預冷與能源消耗

在美國加州 1988 年時的計算，冰泥機、真空預冷機、壓差預冷機與水冷機的相同處理能力的購置成本，以冰泥機的購置成本最高，其餘三者的相差較爲有限。在國內因爲真空預冷才剛起步，雖然壓差預冷設備普及，但以使用效率來分析成本，資料仍爲不足。陳（1987）以美國加州桃、李的水冷設備作能源分析，其 COP 值約爲 1。能量的一半用於果實的冷卻，四分之一耗費在外氣的侵入。陳（1986）分析美國加州結球萵苣與花椰菜的真空預冷，設備的 COP 值高達 2.65。粗看真空預冷設備的動力設備龐大，但其效率反而是最佳。在美國同期的研究顯示預冷的能源效率比較，依序爲真空預冷法、冰水預冷法、淋水真空預冷法、碎冰冷卻法、壓差預冷法，其中真空預冷法效率最高，爲效率最低的壓差冷卻法之 4-5 倍。

農產品與預冷相關物理性質

農產品預冷是一種熱傳遞現象，許多本地性農產品的熱性質，在文獻上往往缺乏。陳（1989）曾回顧比較各種果蔬熱傳導係數的分析方法，並發表涼薯、冬瓜、扁蒲、竹筍等農產品的熱傳導係數（陳。1990）。在此之前亦曾發表有關荔枝（陳。1984）、綠竹筍與茭白筍（陳。1988）的預冷相關物性。農產品大多是由不同質地的部分所構成的多成結構，李與李（1994）以玉米穗爲例，發展出量測分析各層的熱傳導係數的方法，並探討熱性質量測誤差對各冷期預測所產生誤差的大小。在美、日等國葉菜類大多採用真空預冷，因此影響葉菜壓差預冷設備設計最大的因素—壓差風阻，在他們的文獻較爲罕見，有待國人自行建立，李與林（1998）開始建立有關葉菜類壓差風阻的數據。

低溫儲藏

園產品集貨包裝場除有預冷設備外，通常還有作爲短期進出貨調節與長期儲藏的冷藏庫。台灣常見的冷藏庫爲組合式冷藏庫，以一定規格的絕熱庫板拼組而成各種大小不同規模的冷藏庫。儲藏用的冷藏庫爲減少水分的喪失，常使用低風速的中置式蒸發器，但仍有少數業者偏愛裸管式蒸發器。裸管式蒸發器懸掛在庫頂，佈滿整個庫頂，以自然對流循環不必使用風扇，除霜時容易產生滴水，其實未必比設計正確的鰭片式蒸發器優良。

冷藏庫的負荷計算通常以儲藏時的負荷爲標準，因此對於大規模的負載，往往窮於應付。蕭等（1984）調查發現國內大型冷藏庫，洋蔥進庫後 12 日才到達儲藏溫度，因此有先

預冷再進庫的需要。陳與錢（1984）研究中指出大宗儲藏的馬鈴薯的冷藏壽命有 6 個月；初秋種的甘藍 3 個月的冷藏後仍有 80%的可用率。這些數值都高於業者實際操作的數值，但經陳等（1991）分析業者儲藏時的缺點發現，未預冷而使產品不容易降溫是品質低落的最大原因。

結 語

園產品的預冷是維持品質所必需的手段，隨著消費者對產品品質要求的提高，預冷作業變得更爲重要。預冷設備的研究已經展開約二十年，預冷設備的大量輔導使用也約開始五年了，隨著研究與推廣的進行，預期園產品品質的維護必將更有效率，農民的收益亦可因而提高。

參考文獻

1. 李允中。1993。產地小包裝蔬菜低溫運銷設備改善。建立農水畜產品低溫運銷系統計畫八十二年工作成果報告：78-92。台灣省政府農林廳。台灣：南投。
2. 李允中、林楝樑。1998。葉菜類壓差預冷技術之研究。園產品採收後生理之研究與處理計數之改進計畫八十七年度工作成果報告：112-117。行政院農委會農業試驗所。台灣：台中。
3. 李允中、李祉修。1994。甜玉米穗冰水預冷之熱傳模式。農業機械學刊 3(2): 21-29。
4. 李允中、季廷芳。1994。 紙箱裝甘藍預冷時的熱傳模式。農業機械學刊 3(2): 31-40。
5. 李正茂、李允中。1990。農產品低溫運銷系統研習報告。行政院農業委員會。台灣：台北。
6. 李祉修、林雅文、馮臨惠。1991。竹筍預冷-斗南竹筍水冷機之規劃與設置。建立農水畜產品低溫運銷系統:35-57。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
7. 李祉修、林雅文、賴進此、馮臨惠。1991。蔬菜預冷 (III)。建立農水畜產品低溫運銷系統:1-34。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
8. 杜興泰、林楝樑、李允中。1999。8 月，短期葉菜類壓差預冷技術的基本研究。p.115-116。八十八年度農業機械論文發表會論文摘要。88 年 8 月 25 日。嘉義。
9. 杜興泰。2000。葉菜壓差頂冷庫流場量測與分析。國立台灣大學農業機械工程學系。碩士論文。
10. 林楝樑。2000。影響非結球型葉菜類壓差預冷降溫速率之因素。國立台灣大學園藝學系。博士論文。
11. 柯立祥、蔡龍銘。1991。里港地區蔬菜採收後處理及低溫貯運系統之建立與評估。建立農水畜產品低溫運銷系統:77-85。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
12. 陳如茵、錢明賽。1984。馬鈴薯之大規模冷藏。食品工業發展研究所研究報告 (357)。
13. 陳如茵、錢明賽。1993。台灣蔬菜的儲存。食品工業發展研究所叢書 S-77。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
14. 陳如茵、錢明賽。1993。台灣水果的儲存。食品工業發展研究所叢書 T-92-007。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
15. 陳如茵、楊瑞森、呂理焜。1982。 甘藍及結球白菜大規模冷藏。食品工業發展研究所研究報告 (268)。
16. 陳如茵、蔡美珠、錢明賽。1989。小包裝蔬菜之儲存條件與儲存壽命之關係 (一)食品工業發展研究所研究報告 (595)。台灣：新竹。
17. 陳如茵、蔡美珠、錢明賽。1990。小包裝蔬菜之儲存條件與儲存壽命之關係 (二)食品工業發展研究所研究報告 (613)。台灣：新竹。

18. 陳如茵、蔡美珠、錢明賽。1991。小包裝蔬菜之儲存條件與儲存壽命之關係 (三)食品工業發展研究所研究報告 (647-2)。台灣：新竹。
19. 陳如茵、蔡美珠、錢明賽。1992。小包裝蔬菜之儲存條件與儲存壽命之關係 (四)食品工業發展研究所研究報告 (613)。台灣：新竹。
20. 陳如茵、蔡美珠、錢明賽。1993。小包裝蔬菜之儲存條件與儲存壽命之關係 (五)食品工業發展研究所研究報告 (740)。台灣：新竹。
21. 陳如茵、錢明賽、王自存、李允中、陳貽倫、吳昭其、吳敬德。1991。甘藍菜儲存。建立農水畜產品低溫運銷系統八十年度工作成果報告:125-133。台灣省政府農林廳。台灣：南投。
22. 陳貽倫。1984。蔬菜預冷。農工學報。30(1):41-53。
23. 陳貽倫。1984。荔枝果實之預冷與有關物性。農工學報。30(4)74-84。
24. 陳貽倫。1986。真空預冷及其能原分析。農工學報。32(1):43-50。
25. 陳貽倫。1987。果蔬水冷及其能原分析。農工學報。33(3):11-16。
26. 陳貽倫。1988。綠竹筍與茭白筍之預冷與有關物性。農工學報。34(1)61-68。
27. 陳貽倫。1989。果蔬熱傳導係數之測定。農工學報。35(1)5-15。
28. 陳貽倫。1989。「預冷與凍結」。張炳揚等編著：生鮮食品低溫運銷設備。食品工業發展研究所叢書 S78－57。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
29. 陳貽倫、李允中。1991。碎冰製造機在果菜預冷及低溫運銷之運用。建立農水畜產品低溫運銷系統八十年度工作成果報告:58-76。台灣省政府農林廳。台灣：南投。
30. 陳貽倫、張高郎。1990。柱狀果蔬之熱傳導係數測定。農工學報。36(3):1-8。
31. 郭景儀、蕭介宗。1987。主要果蔬預冷設備之研製和應用（I）：真空預冷設備之研製與應用。33(1):12-23。
32. 張粲如、陳貽倫、李允中。1994。不同預冷方法對葉菜類品質之影響。桃園區農業改良場研究報告 (19):17-26。台灣：桃園。
33. 張粲如、馮永富、楊宏瑛、黃子彬、林棟樑、謝美金。1996。葉菜及果菜類採收後處理及運銷技術改進。改進農產品低溫運銷作業計畫－八十五年度工作成果報告：1-1-1-17。台灣省政府農林廳。台灣：南投。
34. 黃肇家。1998。本省菊花銷日採後處理之問題與改善。臺灣省臺中區農業改良場特刊 (40)唐菖蒲、百合及菊花研究現況與產業發展研討會專刊:203-213。台灣省農業試驗所。台灣：台中。
35. 黃肇家、王怡玎。1995。供應夏季甘藍氣調貯藏實用技術之研究與開發。八十四年度園產品採後生理之研究與採後技術之改良計畫工作成果報告：10-1-10-5。台灣省政府農林廳。台灣：南投。
36. 黃肇家、王怡玎。1996。供應夏季甘藍氣調貯藏實用技術之研究與開發。園產品採收後處理技術改進計畫-八十五年度工作成果報告：2-72-2-75。台灣省政府農林廳。台灣：南投。
37. 鄭榮瑞、詹碧連、盧子淵、曾清田。1991。甜玉米保鮮之研究-預冷條件之探討建立與應用。臺灣省臺南區農業改良場研究彙報 (26):32-44。
38. 鍾木華、林明玉、楊進添、魏賢卿、謝定時、蔡美珠。1989。蔬菜預冷。食品工業發展研究所研究報告 (598) 。食品工業發展研究所。台灣：新竹。
39. 蕭介宗、盧福明、雷鵬魁。1984。台灣主要蔬菜冷藏方式之研究和改善工程分析。農工學報。30（1）：65-80。

Studies and Extension on Precooling Technology of Horticultural Crops in Taiwan

Yeun-Chung Lee[1] and Doung-Liang Lin[2]
[1]Associate Professor, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University.
[2]Associate Horticulturist, Tainan District Agricultural Research and Extension Station.

Summary

Today, in Taiwan postharvest temperature management for horticultural crops is a very common practice. The education of cooling technology for the farmer in Taiwan started in the 80. By 20 years effects of government sponsored projects forced-air cooling, hydrocooling and vacuum cooling facilities are commonly constructed in farmer's shipping terminals. Precooling process became an essential procedure. Both producers and consumers are benefited from the high quality produce. In this paper the steps of procooling studies and extension works in Taiwan were reviewed.

Key words: precooling, vegetables, fruits

真空預冷技術在台灣的發展現況

林棟樑[1]　李允中[2]
台南區農業改良場副研究員[1]、台灣大學生物產業機電系工程學系副教授[2]

摘　要

國內蔬菜預冷技術在民國 70 年代即陸續在研究推廣，最早以水冷為主，至 80 年代，氣冷式的壓差預冷技術漸被使用，更重要的是在此同時預冷觀念漸漸被重視。民國 90 年第一台國產真空預冷機在雲林縣應用示範，短期葉菜類可在 20 分鐘內由 27℃左右降至 5℃以下。由於該機器的預冷效果受到肯定，因此在政府的輔導下，商業應用型真空預冷機在後來的幾年逐漸增加，每批處理量從 1,500 公斤至 7,500 公斤，3 年多來建造了 10 幾台。目前國內真空預冷機主要應用在，短期葉菜類的保鮮上，如小包裝蔬菜包裝前預冷；國軍副食及學校營養午餐蔬菜提高供貨品質；蔬菜冷藏產銷調節及蔬菜外銷保鮮處理上。

關鍵字：真空預冷、短期葉菜類、預冷、減壓燻蒸

前　言

真空預冷降溫的原理是利用產品表面的水份蒸發帶走大量的汽化熱而降溫。在減壓狀況下，表面水份可不斷的蒸發而使溫度持續降低，因此表面積與體積比大的產品最適合使用，目前是應用在葉菜類蔬菜降溫及保鮮效果上最好的預冷方式。與其他預冷方式比起來，其最大的優點是處理速度快，每次處理量大，且操作簡單。真空預冷在歐、美及日本等國已行之多年，在美國大量應用在結球萵苣預冷，但其他產品較少使用。日本除了在葉菜類蔬菜上應用外，有部分使用在體積小的果菜類，如甜椒、毛豆等。國內在兩年前開發出中小型的真空預冷機，目前已成功的應用在蔬菜的預冷保鮮處理上。國內真空預冷技術雖然發展較晚，亦只限定在葉菜類上，但因國內葉菜類種類中不結球葉菜類是重要的蔬菜，因此真空預冷應用在蔬菜不同的運銷通路上（含內銷外銷）均可發揮不少的功效。

國內真空預冷機之研發與推展狀況

國內蔬菜預冷技術在民國 70 年代即陸續在研究推廣，最早以水冷為主，至 80 年代，氣冷式的壓差預冷技術漸被使用，更重要的是在此同時預冷觀念漸漸被重視。

民國 89 年國內機械廠商與台大生物機電系合作開發每次 2 棧板，1,500 公斤處理量的真空預冷機在西林縣庄西合作農場測試，同年工研院及動植物防疫檢疫局與廠商合作開發具真空預冷功能的減壓燻蒸機，一次處理量為 10 棧板的大型預冷機。台南區農業改良場於 90 年 5 月在庄西合作農場召開真空預冷機在蔬菜上應用之示範觀摩會，短期葉菜類在 20 分鐘內由 27℃左右降至 5℃以下。由於該機器的預冷效果受到肯定，因此在政府的輔導下商業應用型真空預冷機在後來的幾年逐漸增加(表 1)，同時機型亦不斷在改進，有單槽及雙槽兩種型式(圖 1)，每次處理量從 1,500 公斤至 7,500 公斤，3 年來建造了 10 幾台，且大多為經常使用。除了處理量可依使用單位需求設計，同時操作方便性亦不斷改良，如庫門的的自動開關，產品進出輸送方式的改良等。

目前國內真空預冷機主要應用在短期葉菜類的預冷保鮮上(圖 2)，如小包裝蔬菜包裝前預冷延長販賣壽命；國軍副食及學校營養午餐蔬菜提高供貨品質；短期葉菜類冷藏產銷調節；蔬菜外銷處理等。真空預冷機在國外主要應用在結球萵苣預冷保鮮處理上，國內已有些社場具有真空預冷機同時具生產結球萵苣及短期葉菜類外銷的能力及規模，應可充份發

揮國內冬季裹作蔬菜高品質及低成本的優勢擴展蔬菜外銷市場。

表 1. 國內真空預冷機的設置及使用情況

設置年份(民國)	建構地點	每次最大處理量(公斤)	用途	目前使用狀況
89	庄西作作農場	單槽,1,500	短期葉菜類冷藏調節；結球萵苣外銷	經常
89	田尾花卉生產合作社	單槽,7,500	花卉外銷燻蒸及預冷	偶而(燻蒸)
90	青果社灣橋分社	單槽,7,500	花卉及結球萵苣外銷燻蒸及預冷	偶而(燻蒸)
90	西螺農會和心蔬菜產銷班	單槽,1,500	小包裝蔬菜保鮮；國軍副食等直銷業務，蔬菜外銷	經常
90	庄西合作農場	雙槽,各 1,500	短期葉菜類冷藏調節；結球萵苣外銷	經常
90	漢光果菜生產合作社	雙槽,各 1,500	短期葉菜類冷藏調節；小包裝蔬菜保鮮；國軍副食供應	經常
90	新湖合作農場	雙槽,各 1,500	結球萵苣內、外銷	偶而
91	梓官鄉農會	雙槽,各 1,500	短期葉菜類冷藏調節；小包裝蔬菜保鮮；國軍副食供應	經常
91	嘉禾果菜生產合作社	單槽,3,000	短期葉菜類冷藏調節；截切蔬菜保鮮；國軍副食供應	經常
92	饒平合作農場	單槽,3,000	短期葉菜類冷藏調節；截切蔬菜保鮮；國軍副食供應	經常
93	水尾合作農場	單槽,1,500	設計可移動式，短期葉菜類冷藏調節；國軍副食供應	偶而

圖 1. 雙槽輪流使用之真空預冷機

圖 2. 真空預冷機應用在短期業菜類之預冷保鮮

國內真空預冷機應用情形

1. 提高預冷效率簡化外銷貯運流程

真空預冷最主要的優點是處理時間短，即短時間之內能夠使大量的產品降溫，因此應用在蔬菜外銷處理上，可改善集貨處理流程。以往蔬菜外銷需在兩、三天前即開始集貨，放入冷藏庫中預冷後再裝於冷藏貨櫃運輸。過去蔬菜外銷數量不多，其中又以胡蘿蔔、牛蒡及毛豆等耐運輸產品爲主，葉菜類蔬菜很少，或只限定在耐運輸的硬種甘藍。近年來本場輔導大宗蔬菜產銷策略聯盟成立進行初秋甘藍、結球白菜、菠菜等蔬菜外銷，以真空預冷處理後低溫保鮮運輸。經試銷至新加坡、加拿大等地結果情況良好。去年經檢討外銷品目後發現，以結球萵苣較具外銷競爭力，而結球萵苣以真空預冷效果最佳，在外銷處理時可在田間進行包裝後，運至集貨場真空預冷處理，之後置冷藏庫中等待裝櫃外銷。由於國內冬季裹作氣侯條件適宜結球萵苣生產，加上真空預冷處理後運輸，產品到貨品質較佳，經試銷到新加坡及日本後，發現品質及價格非常具有國際競爭力。將來只要加強生產技術，及改善採後處理流程，結球萵苣有可能發展爲國內重要的外銷蔬菜之一(圖 3)。

圖 3. 真空預冷機應用在結球萵苣外銷保鮮

2. 迅速去除產品田間熱延長冷藏保鮮期

冷藏庫不同於預冷庫，通常無法負荷產品入庫前大量的田間熱，以往產品入庫冷藏時，有經驗的冷藏庫業者會分批入庫冷藏，因一次將冷藏庫裝滿往往會造成冷藏庫溫度無法降低的情況，且冷排會不斷結冰，造成許多困擾。分批入庫雖可減少冷藏庫初始降溫的負荷，但會造成冷藏庫管理及操作上的困難。預冷的主要目地是用來除去田間熱，經預冷處理後的產品由於溫度迅速降至合理的冷藏溫度，可延長冷藏保鮮期。甘藍及結球白菜預冷後冷藏二個月後，預冷處理組品質明顯較不預冷直接入庫者爲佳。短期葉菜類真空預冷處理後冷藏，冷藏條件適當的話，貯藏性較佳的菠菜、青江白菜等可冷藏保鮮達一個月以上，小白菜、芥藍及萵苣等亦有 20 天以上的保鮮期。經真空預冷後的產品有較佳的冷藏壽命主要是因爲預冷後冷藏的產品較快達到適當的低溫，降低蒸散作用及呼吸作用，產品較不易萎凋及老化。葉菜類蔬菜易受天侯影響造成產銷失調，菜價有時在數天之內會有很大的起伏。如能延長葉菜類的冷藏期至 20 天上，夏季颱風災害期，或冬季盛產期可用來冷藏調節，因貯藏期延長，可降低貯藏風險及提高產銷調節功能。

3. 改善直銷業務之低溫運銷系統

預冷處理是建立低溫運銷系統重要的處理步驟，國內目前以直銷運輸系統具有很好的低溫運輸鏈。如小包裝蔬菜自中南部處理場包裝、預冷後，以冷藏運輸車運至北部超市後，置於低溫展示櫃中販賣。國軍副食等團膳供應單位由於大多使用塑膠籃包裝保護少，容易失水，如果沒有預冷，表層很容易萎凋，而中心部分則易因呼吸熱累積，造成腐爛，因此不論距離遠近，幾乎都以預冷後產品運輸，尤其葉菜類蔬菜，目前預冷設備已是國軍副食供應單位必需的基本配備。

近年來直銷供應單位已體認預冷處理的重要性，因此，預冷處理設備亦不斷增加，其中壓差預冷在國軍副食供應上應用最廣，真空預冷技術發展出後，發現操作上較壓差預冷簡單，預冷效果更好，有些單位已完全以真空預冷處理葉菜類，簡化處理流程及提高產品品質。

小包裝葉菜類由於其塑膠袋包裝影響，不易快速降溫，以往均直接置冷藏庫中預冷，因此運輸前須留較多的時間使產品降溫，如果時間不夠充裕，一批產品中會有部分預冷不夠，將來其櫃架壽命變很短。有真空預冷設備後，由於預冷效率不受外包裝之影響，因此可使用真空預冷來改善預冷流程，方式有：1.包裝前預冷，可減少包裝時之損耗；2.包裝後預冷，使產品能均勻澈底的預冷，延長櫥架壽命；3.在田間包裝後，再運至集貨場預冷後置冷藏庫中等待運輸。以上三種中以第三種改變最大，操作上可能要適應一段時間，但此種方式可減少損耗，簡化流程，降低處理人工成本，及對產品保鮮效果最佳。

4. 預冷及減壓燻蒸技術

目前國內最大的真空預冷機是同時具有預冷及檢疫殺蟲處理的燻蒸機，由於真空預冷機的真空槽具有氣密的功能，同時在低壓狀況下可降低藥劑量，減少產品受傷情形，目前使用在菊花檢疫處理上效果良好，而結球萵苣等蔬菜處理效果則正在評估中。

結　語

真空預冷最主要的優點是只要簡單的操作就能使大量產品均勻而徹底的降溫，保鮮效果明顯。且因處理時間短，對採後處理流程影響小，操作的人工成本及耗能成本低。真空預冷機的缺點是設備成本高，且只限定在葉菜類等少數產品中，因此我國目前發展的機型以 2~4 個棧板處理量爲主，主要應用在結球萵苣外銷，短期葉菜類冷藏調節及直銷業務產品保鮮上。雖然真空預冷技術不是萬能的保鮮技術，其預冷效果只限定在少數葉菜類上，但由於其操作方便性及預冷效率高的特點，將來可改善蔬菜的外銷處理流程，提升內銷市場品質，以及發揮蔬菜產銷調節的功能，對蔬菜產業發展將會很有助益。

The Developing of Vacuum Cooling Technology in Taiwan

Doung-Liang Lin[1] and Yeun-Chung Lee[2]
1.Associate Horticulturist, Tainan District Agricultural Research and Extension Station.
2.Associate Professor, Deparment of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University.

Summary

In Taiwan research and extension of precooling technology for horticultural crops were started in the early 80. Hydrocooling and forced-air cooling technology were first introduced and vacuum cooling method was then studied. In 2001 a vacuum cooler for leafy vegetables precooling was experienced in Yu-Lin County, about ten vacuum coolers were extended to the farmer associations in three conjunctive years. The cooling capacity for those vacuum cooler varied from 1,500kg to 7,500kg per batch. The vacuum coolers are successfully applied in cold chain of leafy vegetables to maintain the quality of products, to extend the storage life, and to cool precious produce i.e. head lettuce for export.

Key words: vacuuming cooling, leafy vegetables, precooling, low pressure fumigation

短波紫外線(UV-C)照射處理技術在園產品保鮮之應用

王自存[1] 梁穎芝[2] 梁淑惠[2] 鄧國同[2] 黃錦杰[2]
國立台灣大學園藝學系副教授[1]，研究生[2]

摘 要

短波紫外線(UV-C)是指波長低於 280nm 之紫外線，以低劑量 UV-C 照射處理來減少園產品的採收後腐爛的發生，是近年來正在研究中的一種非化學性的處理技術。已知包括洋蔥、甘藷、柑桔、蘋果、桃子、甜椒、胡蘿蔔、番茄、葡萄、草莓等重要園藝作物都可以經由 UV-C 照射處理而減少採收後腐爛，延長櫥架壽命。UV-C 照射處理的可能作用機制包括直接殺死病原菌、誘導植物體產生抗病性以及延緩果實的後熟。UV-C 照射處理的效果受到照射劑量、產品種類、發育成熟度、貯藏溫度及有無照光等多種因子的影響。UV-C 照射處理技術目前仍在試驗階段，仍有困難需要克服。但是由於 UV-C 照射處理可增加採後園產品的抗菌能力，一方面可減少貯藏及運銷時腐爛的發生率，另一方面能取代或減少採後殺菌劑的使用，因此是一種值得做進一步研究之採後處理技術。

關鍵字：紫外線、照射、腐爛、抗病性、採後處理、水果、蔬菜

前 言

新鮮園產品在採收後的貯運過程中，常因病害的問題導致發黴及腐爛，是造成園產品在採後損耗的主要原因之一(Kader, 2002)。到目前爲止，使用化學性的殺菌藥劑仍然是防治園產品採後病害問題的最主要手段(Moline, 1984)。然而由於化學藥劑對人體安全及對環境污染方面的影響愈來愈受到重視，因此化學藥劑的使用規定受到比過去更爲嚴格的管制；另一方面，消費者對高品質、無農藥、強調有機的蔬果產品的需求也與日俱增；因此，近年來研究者都在努力找尋不具殘留及污染性的替代性防治方法來減低採後病害的發生，其中之一是利用不同物理性及生物性的方法來誘導植物產生對病原菌的抵抗性，因而降低貯運過程中之腐爛率(Wilson et al., 1994)。

在 1980 年代後期，有研究者發現以不致造成傷害的低劑量”短波紫外線”(Ultraviolet C，簡稱 UV-C)照射蔬菜或水果，可以誘導其產生抵抗病原菌的能力(Lu et al., 1987；Stevens et al., 1990)。近十多年來在美國、加拿大及以色列已有研究者嚐試將 UV-C 應用在不同的園產品上，探討其作爲一種替代性防治採後病害的方法(Wilson et al., 1994；Nigro et al., 1998)。由於 UV-C 被認爲是一種可減低園產品採收後真菌性腐爛的非化學性的防治方法，因此它在園產品採後保鮮上之應用性值得加以探討。

什麼是短波紫外線(UV-C)？

紫外線(ultraviolet light)也被稱爲紫外輻射(ultraviolet radiation)，是太陽輻射(solar radiation)中的一個區域。廣義的紫外輻射是指在太陽輻射中，波長介於可見光(visible light)及 X-光(X-rays)之間的電磁波(electromagnetic waves)(Harm, 1980)。實際上各種不同定義的輻射能之間並無很明確的分界，但爲了實用上方便，會對各種輻射給予一定的波長範圍(Harm, 1980)。有關紫外線(UV)的波長範圍，一般是指波長在 100 – 400 nm 範圍內的輻射能，但在不同的文獻中對此一範圍的定義略有出入，Harm(1980)以 380 nm 爲可見光的最下

限；Madronich (1993)、Jagger(趙與林, 1988)及 Weatherhead(2004)則均以 400 nm 為起點。

由於太陽紫外輻射對地球上的生物有很重要的影響，所以由輻射生物學的角度，研究者依太陽紫外線對生物體影響的程度，將紫外線進一步細分為更多的小範圍，目前最常見到的區分方式是分成以下的三個類別(趙與林, 1988；Weatherhead, 2004)：

UV-A (320 – 400 nm) 亦稱為近紫外線(near UV)，是最接近可見光的紫外線，也是太陽輻射中能直接到達地球表面的紫外線。一般生物分子，尤其是核酸與蛋白質，在此波長範圍內的吸光性很低；而且 UV-A 具有誘導生物體產生修補受到傷害的 DNA 分子的能力，因此 UV-A 對生物體的傷害性不大(趙與林, 1988)。醫學上甚至還發展出利用 UV-A 來治療皮膚病的方法(Madronich, 1993)。

UV-B (280 – 320 nm) 亦稱為中紫外線(mid UV)，其波長範圍介於近紫外線與遠紫外線之間。由於核酸與蛋白質分子對於波長低於 300 nm 的紫外線具有很強的吸光性，因此 UV-B 對生物體的傷害性遠比 UV-A 為強。太陽輻射中的 UV-B 在進入大氣時大部份會被臭氧層所吸收，僅有很少到達地表，所以不致造成傷害；但是如果臭氧層受到破壞，UV-B 到達地球表面的機會增加，對地球上的生物體就可能帶來不良的影響。有關 UV-B 對人體及其他生物體的影響是近二十年來生物及醫學界極為重視的課題。

UV-C(100 – 280 nm) (亦有文獻以 180 – 290 nm 為 UV-C 之波長範圍) 亦稱為遠紫外線(far UV)或短波紫外線，是波長最短、能量最強的紫外線，核酸與蛋白質分子在此波長範圍具有很強的吸光性，因此 UV-C 對生物體的傷害性也最大。但是太陽輻射中的 UV-C 在進入大氣中會散射並完全被氧、氮及臭氧所吸收，所以不會到達地表。一般實驗室常用可放出此一波長範圍(通常集中於 254 nm)輻射能的紫外燈作為殺菌消毒之工具。

利用短波紫外線(UV-C)照射於園產品採後處理之研究成果

利用 UV-C 照射處理來降低園產品採後腐爛技術之發展，其源起應與利用放射線照射技術來延長園產品的保存期限有關。Lu 等人(1987)以 γ 射線、電子束(electron beams)及紫外線處理一種含水量高而且不耐貯藏的'Walla Walla'洋蔥，於 20-25℃貯放四星期後，結果以紫外線照射組的效果最佳，可售率最高、腐爛率最低，且無軟化情形，而此試驗所用之紫外線來自殺菌燈；作者等認為紫外線所產生之減低腐爛效果可能與 Luckey 氏(1980)所謂的"輻射毒物興奮效應"(radiation hormesis)有關。Luckey (1980)歸納許多過去的試驗結果指出，利用低劑量、非傷害性的照射處理(包括游離輻射的 γ 射線、電子束及非游離輻射的紫外線)，會刺激生物體產生一些反應，包括促進種子發芽、加速生長、增加產量及增加抗病性等；這些現象被認為是符合"毒物興奮效應"(hormesis)的定義。此外 Lu 等人亦指出在植物病理的研究上已有報告發現 UV 照射處理可以誘導大豆及豌豆產生具有抗菌作用的"植物殺菌素"(phytoalexin)(Bridge and Klarman, 1972)，這也可能是紫外線照射所產生的另一項作用。

在此之後，利用非游離的紫外線照射來處理園產品的研究報告逐漸增加。Stevens 等人(1990)以紫外線照射甘藷，可有效降低貯藏期中的腐爛，尤期對 Fusarium rot 之抑制效果最佳。Lu 等人(1991)以 254nm 之 UV 照射桃子及蘋果並在室溫環境下貯藏，結果可以有效降低桃子的褐腐病(brown rot)及蘋果的 Alternaria rot，並且有延緩果實後熟之效果。Chalutz 等人(1992)先以 UV 照射葡萄柚，再於 24 小時後接種綠黴菌(green mold)孢子，結果感染率由未照射的 100%降為 20%；作者認為 UV 能夠誘導果皮中抗菌物質的生成，因而降低感染率。Rodov 等人(1992)以 UV(254 nm)照射金柑及甜橙，在果皮的油胞層中可偵測到植物殺菌素 scoparone 含量的增加，而且果皮中 scoparone 的含量與抗真菌的能力有相關性。Mercier 等人（1993）指出 UV-C 處理可以有效誘導胡蘿蔔切片產生植物殺菌素 6-methoxymellein，而且有 UV 處理的切片對灰黴菌（*Botrytis cinerea*）及 *Sclerotinia sclerotiorum* 的抵抗性均較強。

Liu 等人(1993)指出用 UV-C 照射綠熟番茄可增加番茄對黑黴病(black mold, Alternaria alternata)、灰黴病、及 Rhizopus soft rot(Rhizopus stolonifer)的抗性，並且延緩後熟的進行。Nigro(1998)等人以低劑量的 UV-C 照射'Italia'鮮食葡萄果粒，可以降低 24-48 小時後接種的灰黴菌的感染率。Baka 等人(1999)以 UV-C 照射轉色程度在 25-50%的草莓，可以降低灰黴病的發生，維持較佳之硬度，增加貯運壽命 4-5 天。González-Aguilliar (2001)以 UV-C 照射硬熟的'Tommy Atkins'芒果可以降低在 5℃或 20℃中貯藏之腐爛率。

UV-C 照射處理降低園產品腐爛率之可能作用機制

以低劑量短波紫外線照射園產品可以使產品的腐爛率降低，大多數的研究者都認為是與誘導園產品的"毒物興奮效應(hormesis) "有關。但是紫外線照射對園產品的可能影響應包括以下幾項：

1. 直接殺菌作用(Germicidal effect)

紫外線中以 UV-C 波長最短能量最強，加上 DNA 及蛋白質分別在 260 nm 及 280 nm 具有最大之吸收值，因此對生物體之傷害力最大。UV-C 可在生物體造成許多輻射產物，其中以影響嘧啶雙連體(pyrimidine dimer)的形成鍵結最為嚴重。嘧啶雙連體可由任何兩個嘧啶搭配而成，其比率依據 DNA 之成分而定，但多數為胸腺嘧啶雙連體(thymidine dimer)；而不同的嘧啶雙連體之間其比率也隨照射波長之改變而不同。一旦嘧啶雙連體形成，生物體之遺傳物質遭受到破壞，使遺傳訊息之傳遞受阻，引起細胞蛋白質與酵素系統異常，進而引起生理代謝失常，導致細胞突變或致死。這也是短波紫外線得以殺滅微生物之主要作用(趙與林, 1988)。Mercier 等人(2001)以 2.2 及 4.4 KJ/m^2 UV-C 照射可完全殺死在培養基上之灰黴菌(Botrytis cinerea)孢子，但是以 0.88 KJ/m^2 即可有效降低甜椒之腐爛率而且在接種 24 小時再行照射並無法殺死真菌，所以作者認為 UV-C 的直接殺菌效果應不是抑制其腐爛的主要原因。

2. 誘導抗病性產生(Induced resistance)

Wilson 等人(1994)認為 UV-C 照射產生之抗病機制並不僅限於直接殺菌作用。一般而言，UV-C 照射之直接殺菌作用應隨劑量提高而增加，但實際處理於園產品時，UV-C 照射劑量和腐爛率的關係卻呈 V 型曲線(Steven et al., 1990; 1996; Wilson et al., 1994；Nigro et al., 1998)。此外，金柑果實先接種 P. digitatum 於 18 小時後再給予 UV-C 照射處理，其發病率與未經照射者相近，顯示 UV-C 照射並無法有效抑制真菌之生長；但先經 UV-C 照射處理並於 48 小時後再接種者約可降低 50 %之發病率(Rodov et al.,1992)；由於所接種之真菌並沒有受到 UV-C 之照射，因此 Rodov 等(1992)認為 UV-C 誘導園產品產生內生防禦機制之效果大於直接殺菌作用。

UV-C 處理提高園產品之抗病性，可能與誘導植物殺菌素之生成有關。Rodov 等人(1992)發現經 UV-C 照射後的柑桔果皮粗萃取物中有抗菌物質的存在，主要為 scoparone (6,7-dimethoxycoumarin)及 scopoletin (6-methoxy, 7-hydroxycoumarin)，此二種物質屬於酚類物質中之香豆素類(coumarin)。葡萄經 UV-C 照射可誘導產生芪(stilbene，對二苯代乙烯)類物質累積，其中的白藜蘆醇(resveratrol)及 ε-viniferin 等二種植物殺菌素於 20 小時內即可快速生成 (Douillet-Breuil et al., 1999)。UV-C 照射會刺激甜瓜(cantaloupe)產生一些環狀與非環狀之類萜化合物(terpenoid)，包括 β-ionone、geranylacetone 及 terpinyl acetate 等植物殺菌素(Lamikanra et al., 2002)。

因為植物殺菌素都屬於植物之次生代謝物(secondary metabolites)，因此 UV-C 照射的作用可能是影響次生代謝途徑中關鍵酵素之表現或活性。葡萄柚果皮中之苯丙氨酸解氨酶(phenylalanine ammonia lyase)經照射後 24 小時內，活性提高並維持至照後 72 小時，而過氧化酶(peroxidase)活性在照射後 72 小時達到最高(Droby et al., 1993)。此外，葡萄柚經 UV 照

射後可誘導果皮組織中 25 kD chitinase protein 之累積，而 UV 照射加上輕微創傷處理另可誘導出 39 及 43 kD β-1,3-endoglucanase protein 之生成，這兩種 PR proteins 可水解真菌細胞壁之聚合物，進而抑制真菌生長(Porat et al., 1999)。

3. 延緩果實後熟(Delay ripening)

UV-C 處理可延緩桃果實後熟且抑制乙烯產生，而 UV-C 誘導抗病性產生之最適劑量亦與延緩後熟之劑量幾近相等(Stevens et al., 1998b)。UV-C 照射可延緩番茄之後熟作用，包括延緩胡蘿蔔素生成、葉綠素降解及乙烯產生等，並且提高果實之抗病性，在照射後 72 小時達最大抗性，其機制可能與活化抗菌物質 tomatine 及延緩其降解有關(Stevens et al., 1998a)。‘Tommy Atkins’芒果以 8,8200 mW/m^2 UV-C 處理 10 分鐘，在 5℃貯藏後可延緩後熟及抑制軟化，且腐爛率較未經 UV-C 處理者低(Gonzalez-Aguilar et al., 2001)。其它報告亦指出 UV 照射延緩果實之後熟作用(Lu et al., 1991; Liu et al., 1993; Maharaj et al., 1999)，因而維持自然之抗病性。

影響 UV-C 照射處理效果的各種因子

1. 短波紫外線照射處理之劑量

紫外線是一種幅射能，所以紫外線照射處理的劑量(dosage)是以產品接受到幅射能的強度來表示。

一般用來表示能量(energy)的單位有耳格(erg)及焦耳(Joule, J)，前者是後者的一仟萬分之一(1 erg = 10^{-7} J)(Dean, 1974)。UV-C 的照射劑量是以單位面積所受到的能量強度來表示，英文稱爲”energy fluence”。早期文獻中的表示方式爲 ergs/mm^2 或 ergs/cm^2 (cm-g-sec units)，近年來以轉用 J/m^2(m-kg-sec units)來表示。各表示法之間可以由以下的關係式互相轉換而加以比較: 1 J/m^2 = 10 ergs/mm^2 = 10^3 ergs/cm^2。

短波紫外線照射處理時是將產品放在紫外線光源下一定距離處，給予一定時間的照射。因爲在光源下一定距離的位置，所受到的光照強度是一定的，這可以經由紫外光光度計(UVX radiometer)來量測，它的單位是 mW/cm^2，(W=Watt, 1 W = 1 J sec^{-1})，所以由此光照強度乘上照射時間就可以得到所需的照射劑量。

UV-C 照射處理的劑量通常在 0.1~10 KJ/m^2 範圍內。‘Golden Delicious’蘋果以 7.5 KJ/m^2 UV-C 處理可控制 C. gloeosporioides 及 Monilinia spp.造成的腐爛，以 4.8 KJ/m^2 UV-C 照射可降低 Alternaria rot，由 34~78 %降至 0.1 %(Stevens et al., 1996)。桃果實以 7.5 KJ/m^2 UV-C 照射處理誘導抗性產生，可控制褐腐病之感染率(Stevens et al., 1998b)。Stevens 等人(1999)也以 3.6 KJ/m^2 UV-C 處理‘Jewel’甘藷，可延緩接種 Fusarium solani 10 天後之根腐病感染速度。‘Star Ruby’葡萄柚以 0.5 KJ/m^2 UV-C 照射，對果實表皮之傷害最小且能降低綠黴病腐爛(D’hallewin et al., 2000)。甜椒果實以 0.88 KJ/m^2 UV-C 照射處理取代殺菌藥劑，可抑制由 Botrytis cinerea 引起之灰黴病腐爛，使果實在 13℃貯藏 4 星期後比對照組之腐爛少 60 %(Mercier et a., 2001)。而以 UV-C 降低葡萄果實灰黴病腐爛之適當照射劑量爲 0.125~0.5 KJ/m^2 (Nigro, 1998)。

UV 照射處理通常有一個最適當的劑量範圍，高劑量 UV-C 照射雖可誘導生成較多的植物殺菌素，但未必對抑制園產品的腐爛有更好的效果，因爲高劑量會造成產品表皮的受傷，反而增加腐爛(D’hallewin et al., 2000)。

2. 園產品之種類及品種

不同園產品對 UV 照射的反應並不相同，各有不同的最適劑量，而且通常集中在一個狹窄的範圍內。‘Tarocco’ 甜橙對 UV-C 照射較敏感，0.5 KJ/m^2 即會造成果皮受傷，‘Washington Navel’及‘Biondo Comune’甜橙次之，要到 1.5 KJ/m^2 才會發生，而‘Valencia Late’甜橙則能忍受 3.0 KJ/m^2 高劑量照射並可累積最高量之植物殺菌素(D’hallewin, 1999)。不同

種類柑桔經 UV 照射後生成植物殺菌素的能力也不相同；橙類果實經 1.5 KJ/m^2 UV-C 照射後 6 天，其 scoparone 之生成量爲 50-70 μg/g，而金柑果實則大於 200 μg/g(Rodov et al., 1992)。

3. 果實之發育成熟度

UV-C 處理之效應會因果實之採收季節不同而改變。Droby 等人(1993)之報告指出葡萄柚果實受 UV 照射後產生最大抗病性所需之最適劑量隨採收期不同而會改變，在 11 月採收之果實需要 4.8 KJ/m^2，12 月果爲 1.6 KJ/m^2，1 月果是 3.2 KJ/m^2，2 月則增加到 8.0 KJ/m^2。D'hallewin 等人(1999)指出晚採收的甜橙類果實，其果皮發生受傷的比例較低。同樣的，D'hallewin 等人(2000)在葡萄柚的試驗也得到類似的結論，11 月採收的'Star Ruby'葡萄柚果實經相同 UV-C 照射所誘導之植物殺菌素含量低於 2 月及 5 月採收者，而且受高劑量(3.0 KJ/m^2)照射後易造成果皮受傷。

在綠熟期、轉色期與全紅期等三種成熟度採收之甜椒果實中，在 UV-C 處理後會所表現出對 Botrytis cinerea 的抗性，以綠熟期果實最佳，隨成熟度增加照射之效果隨之下降(Mercier et al., 2001)。

4. 處理後之貯放溫度

葡萄柚果實經 UV 照射後至人工接種期間貯放在 6℃之發病率高達 97 %，而貯放於 11、17、20、25℃的果實發病率分別爲 6 %、10 %、6 %及 23 %(Droby et al., 1993)。UV-C 處理胡蘿蔔切片後貯放在 20℃，其植物殺菌素 6-methoxymellein (6-MM)生成量於照射後快速累積，但於 72 小時後便開始下降；若貯放於 1 或 4℃，6-MM 累積較慢，但分別於 21 及 14 天可達最大量且維持至 35 天(Mercier, 1993)。

5. 處理後之貯放環境中有無光線

Stevens 等人(1998b)指出經 UV-C 處理之桃果實必須貯放在黑暗環境，才可顯現降低褐腐病發生之效果；若貯放在可見光環境中則會發生光效應之可逆反應(photoreversibility)，即 UV-C 誘導寄主抗性產生之作用消失；此可逆反應亦發生於番茄果實(Stevens, 1998a)。經 UV-C 照射後之大豆胚軸放在黑暗中 12 小時，可偵測到植物殺菌素 hydroxyphaseollin 生成，但若於照射後即放在可見光中，則無法偵測到其含量(Bridge and Klarman, 1973)。

結　語

短波紫外線對生物體的影響過去都停留在輻射生物學及植物病理學的研究領域，研究者陸續觀察到低劑量的短波紫外線具有所謂的"毒物興奮效應"，以及具有促使植物體生成植物殺菌素的"誘導抗病性"。直到近十多年，此一效應才被應用到園產品的採後處理上來作爲降低貯運過程腐爛率的方法。其發展的背景是由於以化學藥劑爲主的採後病害防治技術正漸漸受到更嚴格的管制，而消費者對高品質、無農藥、強調有機的蔬果產品的需求卻與日俱增。因此，爲了使新鮮園產品的採後處理與保鮮工作更爲安全有效，研究者都在努力找尋不具殘留及污染性的替代性防治方法來減低採後病害的發生。以低劑量的 UV-C 照射處理蔬果可以誘導產品產生抗病性，因而降低採後病害發生的機率；此一特性符合替代性處理技術的要求，所以受到各方的重視。

到目前爲止，UV-C 照射處理仍然停留在試驗的階段；但已知包括洋蔥、甘藷、柑桔、蘋果、桃子、甜椒、胡蘿蔔、番茄、葡萄、草莓等重要園藝作物都可以經由 UV-C 照射處理而減少採收後腐爛，延長櫥架壽命。但是值得注意的是 UV-C 照射處理技術的應用仍然有它的限制，第一、對任一種產品而言，都需要找到最適當的照射劑量範圍，而且照射效果會受到多種因子的影響；第二 UV-C 照射所誘導生成的植物殺菌素並不會長期停留在植物體內，因此它的保護效果有一定的時間範圍。第三、UV-C 照射處理的效果仍然無法與化學藥劑處理的效果相提並論，因此無法完全取而代之；第四、如何將 UV-C 照射處理融入

現有的處理流程，使大量產品能在一定的時間內接受到均勻的照射，仍有待研究。

短波紫外線照射處理技術目前已被列入爲發展中的非化學性的採後處理技術。對某些園產品而言，適當的照射具有降低其採後的腐爛率的效果；但是在實用上仍然具有一些限制需要克服。由於 UV-C 照射處理可增加採後園產品的抗菌能力，一方面可減少貯藏及運銷時腐爛的發生率，另一方面能取代或減少採後殺菌劑的使用，因此是一種值得做進一步研究之採後處理技術。經一些蔬果中得到未來朝向更具實用性的發展應是可以期待的。

致　謝

本試驗承農委會 91 農科-1.1.1-糧-Z8(5)，92 農科-1.1.2-糧-Z1(2)，93 農科-1.1.2-糧-Z1(1)等計畫補助，特申謝忱

參考文獻

1.梁淑惠。2003。短波長紫外線(Ultraviolet-C)在採收後柑桔類果實之防腐應用。國立台灣大學園藝學系碩士論文。

2.梁穎芝。2004。短波紫外線(Ultraviolet-C)誘導柑桔果實植物殺菌素 scoparone 之生成及對貯藏病害發生之影響。國立台灣大學園藝學系碩士論文。

3.趙清貴、林淑端(譯)。1988。日光紫外輻射生物學(J. Jagger 原著)。華香園出版社 239 頁。

4.Baka M., J. Mercier, R. Corcuff, F. Castaigne, and J. Arul. 1999. Photochemical treatment to improve storability of fresh strawberries. J. Food Sci. 64(6): 1068-1072.

5.Ben-Yehoshua, S; V. Rodov, J.J. Kim and S. Carmeli. 1992. Preformed and induced antifungal materials of citrus fruits in relation to the enhancement of decay resistance by heat and ultraviolet treatments. J. Agri. Food Chem. 40(7):1217-1221.

6.Bridge, M. A. and W. L. Klarman. 1973. Soybean phytoalexin, hydroxyphaseollin, induced by ultraviolet irradiation. Phytopathology 63: 606-609.

7.Chalutz, E., S. Droby, C. L. Wilson, and M. E. Wisniewski. 1992. UV-induced resistance to postharvest diseases of citrus fruit. J. Phytochem. Phytobiol. 15: 367-374.

8.Dean, J.A.(ed) 1974. Lange's Handbook of Chemistry. 11th ed. McGraw-Hill, New York.

9.D' hallewin, G., M. Schirra, and E. Manueddu. 1999. Scoparone and Scopoletin accumulation and ultraviolet-C induced resistance to postharvest decay in oranges as influenced by harvest date. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(6): 702-707.

10.D' hallewin, G., M. Schirra, M. Pala, and S. Ben-Yehoshua. 2000. Ultraviolet C irradiation at 0.5 kJ/m^2 reduces decay without causing damage or affecting postharvest quality of Star Ruby grapefruit (C. paradisi Macf.). J. Agric. Food Chem. 48(10): 4571-4575.

11.Douillet-Breuil, A., P. Jeandet, M. Adrian, and R. Bessis. 1999. Changes in the phytoalexin content of various Vitis spp. in response to ultraviolet C elicitation. J. Agric. Food Chem. 47: 4456-4461.

12.Droby, S., E. Chalutz, B. Horev, L. Cohen, V. Gabai, C. L. Wilson, and M. E. Wisniewski. 1993. Factors affecting UV-induced resistance in grapefruit against the green mould decay caused by Penicillium digitatum. Plant Pathol. 2: 418-424.

13.Gonzalez-Aguilar, G. A., C. Y. Wang, J. G. Buta, and D. T. Krizek. 2001. Use of UV-C irradiation to prevent decay and maintain postharvest quality of ripe 'Tommy Atkins' mangoes. Int. J. Food Sci. Technol. 36: 767-773.

14.Harm, W. 1980. Biological effects of ultraviolet radiation. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 216pp.

15.Kader, A.A. (Technical Editor) 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3rd ed. Univ. of California, Agriculture & Natural Resources, Publication 3311. 535pp.

16.Lamikanra, O., O. A. Richard, and A. Parker. 2002. Ultraviolet induced stress response in

fresh cut cantaloupe. Phytochemistry 60: 27-32.
17.Lu, J. Y., C. Stevens, P. Yakubu, and P. A. Loretan. 1987. Gamma electron beam, and UV radiation on control of storage rots and quality of Walla Walla onions. J. Food Process. Preserv. 12: 53-62.
18.Lu, J. Y., C. Stevens, V. A. Khan, M. K. Kabwe, and C. L. Wilson. 1991. The effect of ultraviolet irradiation on shelf-life and ripening of peaches and apples. J. Food Qual. 14: 299-305.
19.Liu, J., C. Stevens, V. A. Khan, J. Y. Lu, C. L. Wilson, O. Adeyeye, M. K. Kabwe, P. L. Pusey, E. Chalutz, T. Sultana, and S. Droby. 1993. Application of ultraviolet-C light on storage rots and ripening of tomatoes. J. Food Prot. 56: 868-872.
20.Luckey, T.D. 1980. Hormesis with ionizing radiation. CRC Press Inc. Boca Raton, Florida.222pp..
21.Madronich, S. 1993. The atmosphere and UV-B radiation at ground level. p. 1-39. In: A.R. Young, L.O. Björn, J. Moan and W. Nultsch (eds) Environmental UV Photobiology. Plenum Press, New York.
22.Maharaj, R., J. Arul, and P. Nadeau. 1999. Effect of photochemical treatment in the preservation of fresh tomato (Lycopersicon esculentum cv. Capello) by delaying senescence. Postharvest Biol. Technol. 15: 13-23..
23.Mercier, J., J. Arul, R. Ponnanapalan, and M. Boulet. 1993. Induction of 6-methoxymellein and resistance to storage pathogens in carrot slices by UV-C. J. Phytopathol. 137: 44-54.
24.Mercier, J., M. Baka, B. Reddy, R. Corcuff, and J. Arul. 2001. Shortwave ultraviolet irradiation for control of decay cause by Botrytis cinerea in bell pepper: Induced resistance and germicidal effects. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126: 128-133.
25.Moline, H.E. ed. 1984. Postharvest pathology of fruits and vegetables: Postharvest losses in perishable crops. Agricultural Experiment Station, Division of Agriculture and Nature Resources, University of California, Berkeley. Publication NE-87, 80pp.
26.Nigro, F., A. Ippolito, and G. Lima. 1998. Use of UV-C light to reduce Botrytis cinerea storage rot of table grapes. Postharvest Biol. Technol. 13: 171-181.
27.Porat, R., A. Lers, S. Dori, L. Cohen, B. Weiss, A. Daus, C. L. Wilson, and S. Droby. 1999. Induction of chitinase and β-1,3-endoglucanase proteins by UV irradiation and wounding in grapefruit peel tissue. Phytoparasitica 27: 233-238.
28.Rodov, V., S. Ben-Yehoshua, J. J. Kim, B. Shapiro, and Y. Ittah. 1992. Ultraviolet illumination induces scoparone production in kumquat and orange fruit and improves decay resistance. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 788-792.
29.Stevens, C., V. A. Khan, A. Y. Tang, and J. Y. Lu. 1990. The effect of ultraviolet irradiation on mold rots and nutrients of stored sweet potatoes. J. Food Prot. 53: 223-226.
30.Stevens C., C.L. Wilson, J.Y. Lou, V.A. Khan, E. Chalutz , S. Droby, M.K. Kabwe, Z. Haung, O. Adeyeye, L.P. Pusey, M.E. Wisniewski and M. West M. 1996. Plant hormesis induced by ultraviolet light-C for controlling postharvest diseases of tree fruits. Crop Protection. 15(2):129-134.
31.Stevens, C., J. Liu, V. A. Khan, J. Y. Lu, C. L. Wilson, E. C. K. Igwegbe, M. K. Kabwe, E. Chalutz, and S. Droby. 1998a. Application of hormetic UV-C for delay ripening and reduction of rhizopus soft rot in tomatoes: the effect of tomatine on storage rot development. J. Phytopathol. 146: 211-221.
32.Stevens, C., V. A. Khan, J. Y. Lu, C. L. Wilson, P. L. Pusey, M. K. Kabwe, E. C. K. Igwegbe, E. Chalutz, and S. Droby. 1998b. The germicidal and hormetic effects of UV-C light on reducing brown rot disease and yeast microflora of peaches. Crop Prot. 17(1): 75-84.
33.Stevens, C., V. A. Khan, J. Y. Lu, C. L. Wilson, E. Chalutz, S. Droby, M. K. Kabwe, Z. Haung, O. Adeyeye, and L. P. Pusey. 1999. Induced resistance of sweet potato to Fusarium root rot by UV-C hormesis. Crop Prot. 18(7): 463-470.
34.Wilson, C. L., A. El Ghaouth, E. Chalutz, S. Droby, C. Stevens, J. Y. Lu, V. Khan, and J. Arul.

1994. Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables. Plant Dis. 78: 837-844.
35. Weatherhead, E.C. 2004. Ultraviolet Radiation. www.srrb.noaa.gov /UV / NCYCLOPEDIA_1.pdf
36. Wilson, C.L., A. El-Ghaouth, E. Chalutz, S. Droby, C. Stevens, J.Y. Lu, V. Khan and J. Arul. 1994. Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables. Plant Dis. 78(9):837-844.

Application of Shortwave Ultraviolet (UV-C) Irradiation as a Postharvest Treatment for Fresh Horticultural Products

Tsu-Tsuen Wang[1],
Yin-Chin Liang[2], Shu-Hui Liang[2], Guo-Tong Deng[2], and Chin-Chieh Huang[2]
Associate Professon[1] and Graduate Student[2] ,
Department of Horticulture, National Taiwan University

Summary

Shortwave ultraviolet radiation (UV-C) is the part of ultraviolet radiation with wavelength less than 280 nm. The application of low dosage UV-C irradiation to reduce postharvest decay of horticultural products has been a non-chemical postharvest technique developed during the past twenty years. So far, UV-C irradiation has been shown to be able to extend the postharvest life of a number of important horticultural products, including onions, sweetpotatoes, citrus fruits, apples, peaches, bell peppers, carrots, tomatoes, grapes and strawberries. The possible mechanisms of UV-C irradiation include direct germicidal effect, induced resistance in treated products and delay fruit ripening. The efficacy of UV-C irradiation is affected by a number of factors, including irradiation dosage, kind of products, development stages, storage temperature and presence of light. Currently, the UV-C irradiation technology is still under testing and there are obstacles to be overcome. However, since the UV-C treatment can enhance the disease resistance in harvested products; it has the potential of reducing the postharvest decay incidence during storage and marketing period as well as reducing the utilization of fungicides. Further studies in the development of UV-C irradiation technology should be encouraged.

Key words: ultraviolet, irradiation, decay, resistance, postharvest treatment, fruits, vegetables

建立蔬果低溫貯運資訊

陳如茵[1] 蔡美珠[2] 錢明賽[3]
食品工業發展研究所研究員[1]、助理技師[2]及資深研究員[3]、

摘　要

將八十餘種蔬菜及四十餘種水果於不同溫度之貯藏資訊及彩色貯藏圖片，編成「臺灣蔬菜的儲存」手冊及「臺灣水果的貯藏」手冊。並將這些貯藏資訊建入「蔬果貯藏資料庫資訊網站」(www.firdi.org.tw)，包括：採後處理之基礎知識、預冷技術、水果輸入不同國家之檢疫處理要求、水果檢索、.蔬菜檢索及附錄等項目。「水果檢索」及「蔬菜檢索」可藉鍵入「水果關鍵字」、「蔬菜關鍵字」或點選「水果分類」、「蔬菜分類」，搜尋引擎即可找到需檢索的作物。各作物的內容包括：中名、分類、英名、學名、別名、產期、最適貯藏溫度及相對溼度、冷害、貯藏期限、採後處理之資訊及採後處理之相關圖片。

關鍵字：水果、蔬菜、冷藏、處理、資訊

前　言

近幾年來，臺灣工商業的發展已逐漸改變人民的飲食及生活習慣，消費者重視蔬果的品質，追求「生鮮」及「健康」。生鮮超市正因應這種轉變而蓬勃興起，朝多元化經營。自從我國加入世貿組織後，蔬果進出口漸趨頻繁，如何使國產水果更具競爭力，是目前急於研究的課題。做好「採後處理」及「低溫運銷」，使國產水果具「高品質」及「高競爭力」，是因應時代快速轉變，提高蔬果競爭力之重要方法。

然臺灣的蔬果種類繁多，貯運特性各不相同，若不能善用特性，將會事倍功半。美國農部 (United States Department of Agriculture: USDA)出版的 ”The Commercial Storage of Fruits, Vegetable, and Florist and Nursery Stocks”一書(4)，列述美國常見之蔬菜、水果、花卉及商業化苗木之貯藏資料，是各國農業從業人員很好的參考資料。唯臺灣生產的作物有許多美國沒有，雖然目前已有相當多研究人員投入研究，但多以學術報告發表，分散各處，一般人要獲得這些資料，頗為費時且常有殘缺不全之憾。

本研究乃致力建置台灣蔬果之低溫貯運資訊，將台灣常見之蔬菜和水果的貯運特性，編成貯藏手冊及「蔬果貯藏資料網」，供農民及業者參考，以增進臺灣蔬果低溫運銷作業之效益。

材料與方法

一、蔬果原料

(一) 蔬菜：常見的根菜類、莖菜類、葉菜類、花菜類、果菜類、菇蕈類、芽菜類等蔬菜約八十餘種。

(二) 水果：常見的常綠、落葉果樹及進口等水果約四十餘種。

二、實驗方法

(一) 貯藏實驗

本研究承蒙行政院農業委員會經費補助(90 農科-1.6.2-輔-#1；91 農科-1.6.2-輔-#1；92 農科-1.5.3-輔-#1)，謹致謝忱。This research was financially supported by the Council of Agriculture, Executive Yuen, ROC.

將這些蔬果分別置於 95-98%RH 下， 0℃、5℃、10℃、15℃及常溫(20-28℃) 貯藏，觀察貯藏期間品質變化，包括外觀 (市場第一線之接受能力)、失重率、腐爛率、總固形物、硬度及風味等之變化，以總評各種作物於各不同溫度之貯藏期限。貯藏期限乃綜合各作物之外觀及風味，使用 5 分制鮮度指標，以評定蔬果的鮮度。5 分代表似剛採收般非常新鮮；4 分代表比剛收穫者略差；3 分代表外觀顏色較暗、表面略有斑點、較軟，2 分代表外觀顏色暗且霉腐率高，市場接受性極差；1 分代表完全無市場價值。

(二)貯藏手冊之編輯

將蔬菜貯藏的資訊，編成「臺灣蔬菜的儲存」手冊，水果貯藏的資訊，編成「臺灣水果的貯藏」手冊。

(三)「蔬果貯藏資料庫資訊網站」製作

將這八十三種蔬菜及四十三種水果之貯藏資料，製作成易於查詢之「蔬果貯藏資料庫資訊網站」。

結果及討論

進入資訊時代，提供快速檢索或查詢各種蔬果之貯藏資訊，乃是十分迫切及重要的事。本研究則將實驗所獲的蔬果貯藏資訊，進行「貯藏手冊」編輯及「蔬果貯藏資料庫資訊網站」製作。

(一) 貯藏手冊之編輯

將八十三種蔬菜於不同溫度之貯藏性狀、資訊及彩色貯藏圖片，編成「臺灣蔬菜的儲存」手冊(1) (圖 1)，分成根菜類、莖菜類、葉菜類、花菜類、果菜類、菇蕈類、芽菜類。又將四十三種水果於不同溫度的貯藏性狀、資訊及彩色貯藏圖片，編成「臺灣水果的貯藏」(2) (圖 2)手冊，分成常綠果樹、落葉果樹及其他進口水果。

(二)「蔬果貯藏資料庫資訊網站」製作

為因應資訊時代的來臨，我們將這八十三種蔬菜及四十三種水果貯藏資料，建置於「蔬果貯藏資料庫資訊網站」。該網站位於「食品工業發展研究所網站」(www.firdi.org.tw) ，進入「食品工業發展研究所網頁」，於右欄即可找到「蔬果貯藏資料庫資訊網站」，點選即可進入。

「蔬果貯藏資料庫資訊網站」包含 1.採後處理之基礎知識；2.預冷技術；3.水果輸入不同國家之檢疫處理要求；4.水果檢索；5.蔬菜檢索及 6.附錄等項目。

1.「採後處理之基礎知識」(3,5)包括：蔬果保鮮的重要、蔬果的採後生理、蔬果貯藏之要訣、截切蔬果等。

2.「預冷技術」乃簡單介紹預冷技術，包括「什麼是預冷」、「預冷的重要性」、「影響預冷降溫速率的因素」、「預冷的方式」、「預冷終點」及「預冷應注意事項」等。

3.「水果輸入不同國家之檢疫處理要求」介紹各國對水果輸入之檢疫要求，包括輸日、韓及美等國。

4. 「水果檢索」及「蔬菜檢索」：欲檢索某種作物之貯藏資訊，可將欲查詢蔬果之中名、英名或學名鍵入「水果關鍵字」、「蔬菜關鍵字」欄位內，再利用搜尋引擎查詢。或點選「水果分類」、「蔬菜分類」中某分類顯現之蔬果項目，再由搜尋引擎找到所需的作物。搜尋到之各種作物內容，包括作物的中名、分類、英名、學名、別名、產期、最適貯藏溫度及相對溼度、冷害、貯藏期限、採後處理和貯藏資訊及採後處理之相關圖片等。「蔬果貯藏資料庫資訊網站」很值得民眾充分利用。

5. 「附錄」(5)：附錄包括「新鮮水果最適貯藏條件」、「十天內貯藏可以混裝的新鮮蔬果」、「長程運輸可以混裝之作物」及「數種不同蔬菜最適貯藏條件及預冷方式」等。

參考文獻

1. 陳如茵、錢明賽。1993。台灣蔬菜的儲存。食品工業發展研究所編印。
2. 陳如茵、錢明賽。2003。台灣水果之貯藏。食品工業發展研究所編印。
3. 劉富文。1994。園產品採後處理及貯藏技術。臺灣省青果運銷合作社印行。
4. Hardenburg, R. E., Watada, A. E. and Wang, C. Y. 1986. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. U. S. Dept. Agr., Agr. Handb. No. 66.
5. Kader, A. A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3rd edition, Univ. Calif. Div. Agric. and Natural Resources Publication 3311.

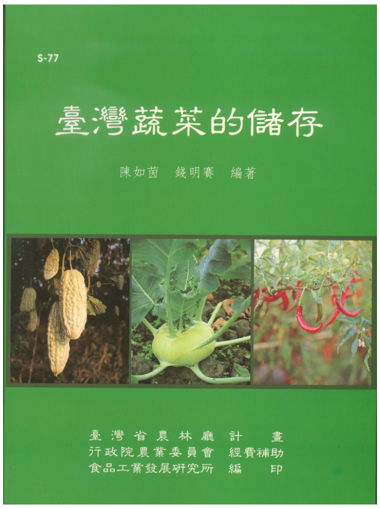


圖 1.「臺灣蔬菜的儲存」手冊
Fig 1. “The Storage of Taiwan Vegetables ” Handbook.

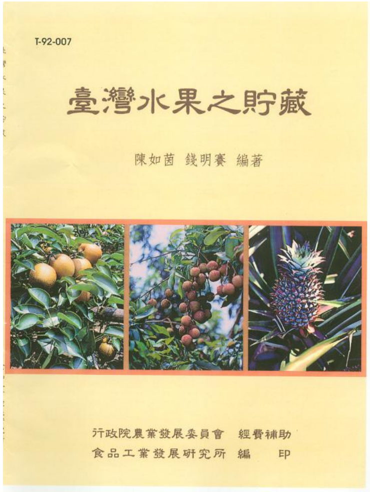


圖 2.「臺灣水果的貯藏」手冊
Fig 2. “The Storage of Taiwan Fruits ” Handbook.

圖 3.「食品工業發展研究所」網頁(www.firdi.org.tw)。
Fig 3. “Food Industry Research and Development Institute” Internet.

圖 4.「蔬果貯藏資料庫」資料網。
Fig 4. “The Information of Fruits and Vegetables Storage” Internet.

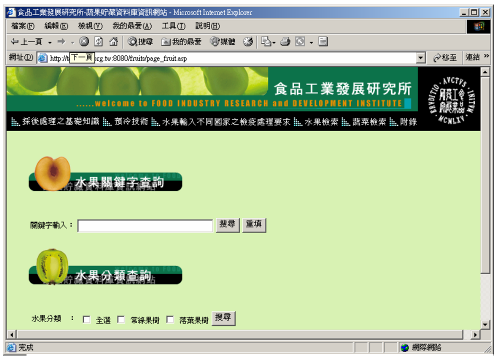


圖 5.水果檢索。
Fig. 5. Fruits Search.

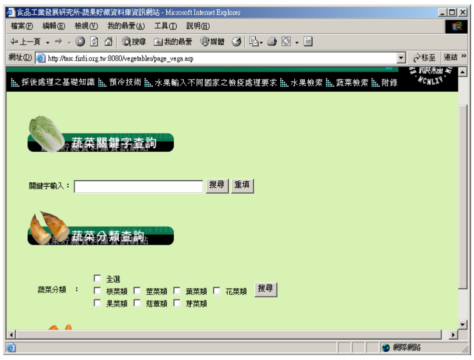


圖 6. 蔬菜檢索。
Fig. 6. Vegetables Search.

The Information of Fruits and Vegetables Storage

Ru-Yin Chen, Meei-Ju Tsai, and Ming-Sai Liu
Food Scientist, Assistant Technologist, and Senior Food Scientist,
Food Industry Research and Development Institute

Summary

"The Storage of Taiwan Vegetables " (ISBN 957-9055-14-9) and "The Storage of Taiwan Fruits " (ISBN 957-9055-63-7) Handbook were published. They include the storage of 83 popular vegetables and 43 fruits respectively. Information on various aspects including Chinese name, English name, scientific name, alias, production season, the optimum storage temperature and humidity, chilling injury, storage life and photographs etc. are provided for each fruit and vegetables.

"The Information of Fruits and Vegetables Storage" Internet has been established (www.firdi.org.tw), including "The basic knowledge of postharvest handling and storage", "Precooling technology", "Quarantine demands of different countries" and "the storage information of more than forty locally produced fruits and eighty vegetables".

Key words: fruits, vegetables, cold storage, handling, information

綜合討論

1.王昶盛先生（花卉出口業者）問：

1- MCP 如用於唐菖蒲，花與花之間很擠，不像文心蘭花跟花之間空隙大，1-MCP 用於唐菖蒲效果是否較差？燻蒸時是否有要特別注意之事項？例如擺放時要擺鬆一點，如果以外銷箱裝箱後再燻，會不會影響效果？

連程翔助理教授回答：

目前在實驗室裡小規模處理，完全沒問題。在產地的冷藏庫裡面試作，也沒有任何因爲擁擠或距離太近造成負面的作用。唐菖蒲處理 1-MCP 的時間爲 20 個小時以上，也許處理的時間夠長，氣體會慢慢滲透進去。我們不在裝箱之後才處理，是把花直立插在大型水槽以 1-MCP 燻蒸。

劉富文教補充說明：

1-MCP 氣體分子很小，雖然看到唐菖蒲花與花好像擠在一起，實際上仍有間隙，足夠讓氣體分子進入，不會有問題。

2.林賢先生（花卉業者）問：

請教李教授在洋桔梗的試驗是否有包裝方面的測試，根據觀察，市面上買到的洋桔梗，用不同包裝如 PE 袋、白報紙、透氣袋、經過透過處理以去除靜電的不織布等，這些不同的包裝會產生不同的瓶插壽命。李教授的研究是否有把這個因素考慮進去？如果有，是否能給一點建議？以作爲採購上的參考。

另外請教黃博士關於氣調保鮮，有否應用在花卉的貯藏？有的話，是否能達到某些效果？在國內切花貯藏是否可以應用？。

李堂察教授回答：

洋桔梗包裝我們沒有用很多材料去測試，不過就現在一般業者使用白報紙包裝而言，應該不是很好的方式，因爲以白報紙包裝，花瓣、葉片都會受傷。就國內運銷而言，或許不必包裝，切花整理好後，插在桶子裡，以立式容器運輸或許較好。對於外銷則要因應當地的需求來做處理。

黃肇家博士回答：

花卉以氣調包裝我們在一些花測試是很有效，並沒有仔細的去實驗。國外使用不多，或許沒有需要。國內如果有需要的話，是可以測試的，因爲目前設備都有。

劉富文教授補充說明：

切花氣調貯藏在國外沒有使用，是氣調貯藏後的切花看起來很好，但是氣調貯藏久了，切花的瓶插壽命會變得很短。

3.張粲如研究員（桃園區農業改良場）問：

請教食品工業研究所王博士，國內生鮮截切蔬菜使用二氧化氯很多，會有氯的殘留，爲何不多用臭氧？因爲臭氧比較不會殘留，但國內使用臭氧的情況不多，是不是效果不好？

錢明賽研究員回答：

國內使用次氯酸比較多，因爲二氧化氯比較貴、成本高。臭氧也有在用，但使用次

氯酸比較普遍，使用次氯酸確實有殘氯的問題。生鮮截切蔬菜衛生署規定生菌數總量不能超過 10 的 5 次方，這個標準很高，所以處理場要加很多的氯去壓制。其實生菌數要求不必那麼嚴格，氯可以少用，殘留就不會太多。

柯立祥教授補充說明：

臭氧使用不多，主要原因是使用者包括廠商對濃度是多少不容易知道。因此大都用氯，處理後要用清水洗過。

4.黃恩雄科長（青果合作社）提議：

今天的報告提到 1-MCP 的很多好處，但是在一些作物是會有問題的。1-MCP 對一般蔬菜應該是很好，對一些有更年性，需要後熟的水果是有問題，我們曾經在輸往日本的香蕉處理 1-MCP，運輸日本後，後熟發生問題，賠了不少錢，因此要特別注意。

另外關於蔬果花卉之乙烯生成和對乙烯的敏感性，作物產生乙烯的量，和作物對乙烯的敏感性是不一定相關的，有的作物產生乙烯很多，不一定對乙烯的敏感性就很高。這個現象值得大家研究。

5.張怡芳小姐（嘉義大學學生）問：

便利商店販售的生菜沙拉和涼麵也屬於截切蔬果，但偶爾被報導檢驗出生菌數過高，是否有改善空間?

錢明賽研究員回答：

便利商店的截切蔬菜、便當生菌數都有定期的檢驗，王憶鎧博士有很多的數據。涼麵的問題是來自小黃瓜的污染，小黃瓜很難洗清，是要小心的處理。衛生署規定生菌數不超過 10 的 5 次方是很嚴格的，消基費也會依此去查驗。因此大家一直努力的去作，氯的使用之外，可從溫度管理去作，以及整個作業之 HACCP(危害管制點分析)去管理，這些都是王博士的研究方向，大家也還在努力。

6.陳彥睿先生（台中區農業改良場）問：

關於蝴蝶蘭苗株之保鮮報告，使用蘋果酸之效果不錯，請問使用蘋果酸之成本高不高？能不能商業化使用?

林瑞松教授回答：

以蘋果酸 Malate 100mM 浸漬蝴蝶蘭苗株有較佳之園藝性狀表現，葉綠素含量亦較高。蘋果酸 Malate 在試驗藥劑之售價每公斤美金 36.2 元，約新台幣 1,200 元左右。成本與藥效在商業化使用仍須做進一步評估及實際運用。

7.陳梅溫小姐問：

請教張粲如博士這次綠竹筍試銷，有沒有算利潤?每公斤運銷費似乎是 22 元，這次試銷到日本，有否賺到錢?

張粲如研究員回答：

這次是試銷，我們想知道綠竹筍運到日本品質是不是還是很好，只有統計運費，沒有計算農民實際的利潤。如果以超市販售每 2 支筍（約 500g）賣日幣 398 元，換算回來是有點利潤。後來出口商再訂貨時，我們沒有那麼多貨供應，因此以後要把供貨組織起來，希望能整年供貨。

8.林朋吟先生（雲林縣斗六青果運銷合作社）問：

依劉教授的報告，柑桔貯藏在 15℃是最好的溫度，可以貯藏很久，柑桔在台灣每年供過於求，價格很低，依照劉教授這套技術那麼好，爲什麼我們外銷市場一直沒辦法打開？我們的盲點在那裡?

劉富文教授回答：

外銷市場一直沒辦法打開關係到運銷，運銷牽涉的範圍很廣，我們現在的盲點大概有兩個，一是什麼人去做，要有企業腦筋的人去做，第二是技術怎麼樣運用上去，現在我們已有很多的技術，並沒有好好的利用。怎麼樣才能運用上去，需要技術、企業、政府充分的配合。

我講的柑桔貯藏 3 個月、4 個月是可以做得到，外銷也是有技術，可以把品質作得很好。從適當採收期算，如果不需要檢疫處理，貯藏期間的這幾個月內出口皆沒問題。如果需檢疫處理的，時間需要縮短。假如把好的技術用上去的話，柑桔外銷應該是有競爭力的。

呂明雄教授補充：

柑桔出口要貿易商能做，而且他要有市場。過去是統一供果，民國 84 年以後可以自由出口就亂掉了，出口量每況愈下。因爲台灣是小農制，沒辦法做好品管，貿易商也沒有集貨場來做品管。到市場去都是散兵，很難跟人家競爭，到最後出口量逐漸衰退。柑桔一直生產過剩，單價那麼低，對農民收益影響那麼大，我們做柑桔的人也是很心痛，我想在這邊和大家共同勉勵，共同努力。

國家圖書館出版品預行編目

園產品採後處理技術之研究與應用研討會專刊 = Proceedings of A Symposium on Research and Application of Postharvest Technology of Horticultural Crops / 黃肇家等主編. -- 臺中縣霧峰鄉：農委會農試所，民 94

面；21 x 29.7 公分. -- (行政院農業委員會農業試驗所特刊；第 117 號)
ISBN 986-00-3163-0 （平裝）
1. 農產品－貯藏－論文，講詞等
2. 農產品－運銷－論文，講詞等

432.9707 94023059

園產品採收後處理技術之研究與應用研討會專刊

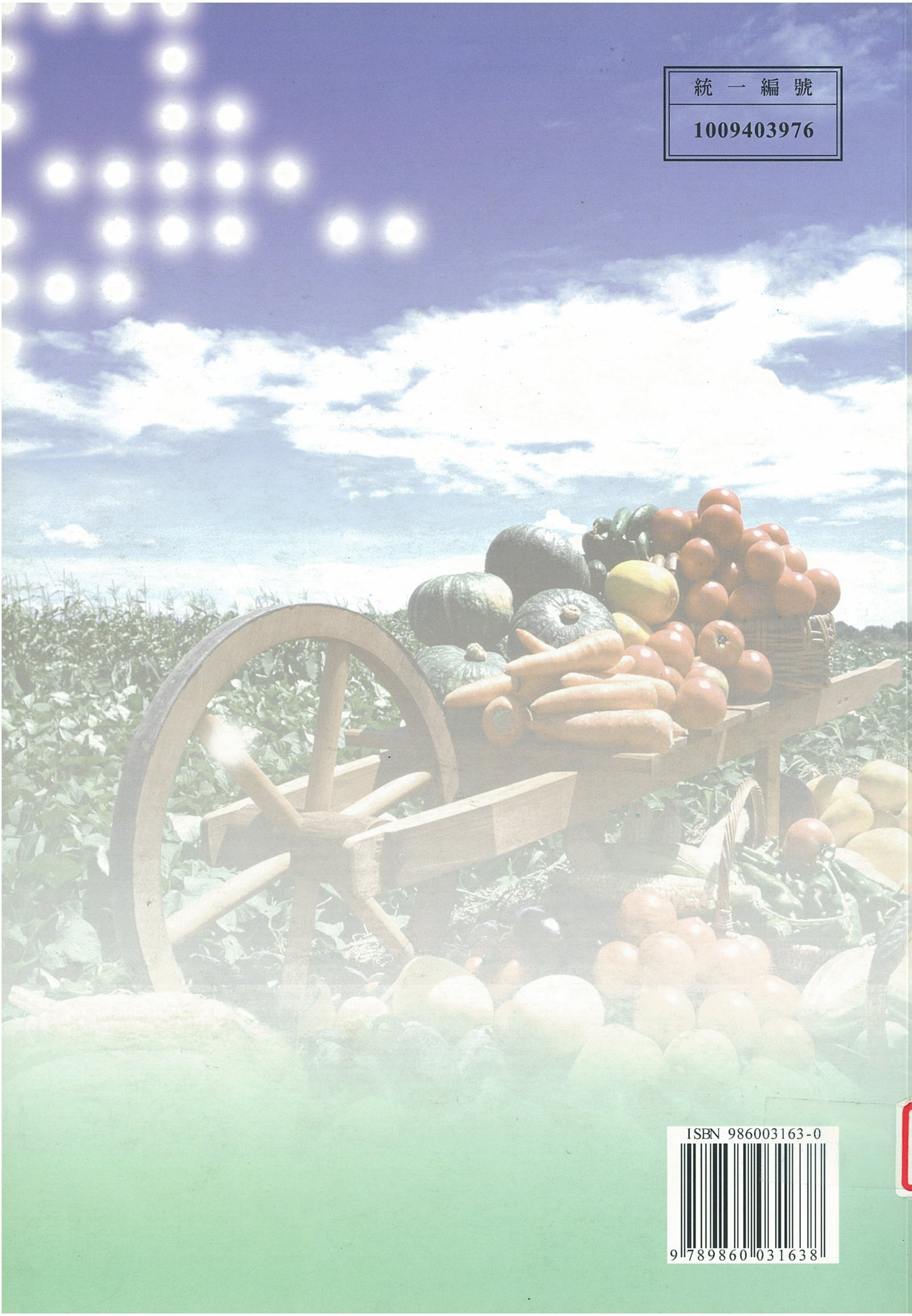
主　　編：黃肇家、黃錦杰、歐錫坤、林俊義
助　　編：蔡金玉、黃慧穗、王怡玎
作　　者：王自存、王怡玎、王憶鎧、王裕權、李允中、李堂察、李建勳
林瑞松、林棟梁、林慧玲、唐佳惠、張粲如、連程翔、郭純德
陳如茵、陳弘毅、陳彥睿、黃玉瓊、黃肇家、葉　瑩、劉富文
謝慶昌（依姓氏筆畫排列）
發 行 人：林俊義
發行單位：行政院農業委員會農業試驗所
地　　址：台中縣霧峰鄉中正路 189 號
電　　話：04-2330-2301
承 印 者：峰林企業社
地　　址：台中市中區光復路 126 巷 4 號
電　　話：(04) 22209198
行政院農業委員會農業試驗所特刊第 117 號
出版年月：中華民國九十四年十二月
定價：新台幣 500 元整

TARI LIB.
C005865
95. 6. 15

展售書局：

國家書坊台視總店：台北市八德路三段 10 號 (02)2578-1515#643
五南文化廣場：台中市中山路 2 號 (04)2226-0330

GPN：1009403976
ISBN：986-00-3163-0（平裝）



統一編號

1009403976

ISBN 986003163-0

9789860031638